共通テスト対策講座 物理

このテキスト，講座は，共通テストにおいて，本気で対策をして本番で高得点をとりたいという者のためのものです。各回の内容は「試行調査→演習問題」という流れで進めていき，共通テストに対して，その特徴の把握をしつつ，練習を重ねていける形になっています。

共通テストの特徴ですが

1． 実験データを見て考察，データを用いて計算
2． 生徒同士，生徒と先生の会話を穴埋めしながら考察
3． 一見見たことのないタイプの問題

という特徴が挙げられます。普通の問題集などではあまり見かけないタイプの問題なので，初めてやるときには，なかなかうまく解き進められず，手こずってしまうかもしれません。

だからこそ，きちんとした対策が不可欠です！！

本講座では，まず 2018 年実施の試行調査を扱います。そこで，解答だけでなく，出題の特徴・癖などをじっくりと掴み取ってください。そのうえで，対応する演習問題に挑戦。ここではしっかりと「自分の頭をつかって考える」ことを忘れないように。

共通テストの物理は癖のあるタイプの問題が多いです。ということは，きちんと対策をすればするほど，高得点を狙えるタイプの試験であるということです。また，問題を実際に解くのに使う道具は，所詮今まで普通に学んできた物理の知識です。最後まであきらめずにがんばりましょう！！

中野　喜允

目 次

第１講　2018 年度 試行調査 第１問＆演習問題 …………………… p2
第２講　2018 年度 試行調査 第２問＆演習問題 …………………… p20
第３講　2018 年度 試行調査 第３問＆演習問題 …………………… p34
第４講　2018 年度 試行調査 第４問＆演習問題 …………………… p48
第５講　演習問題 …………………………………………………… p64

はじめに　受講の仕方・予習復習の仕方

まず 2018 年実施の試行調査を扱います。時間ははからなくても良いので，きちんと自力で納得のいくまで考えて解いてみてください。その上で，解説を見て，問題の解き方だけでなく，**出題の特徴・癖など**をじっくりと掴み取ってください。問題文やデータの**どこに目をつければよいのか**，自分が今まで**普通に学んできた物理の知識をどう使えばよいのか**，必ず納得のゆくまで繰り返して見て確認してください。

試行調査の確認が終わったら，対応する演習問題に挑戦です。ここでもしっかり・じっくりと「自分の頭をつかって考える」ことを忘れないように。

講座を受け終わったら，当然のことですが復習をきちんとやりましょう。テキストも問題をまずは繰り返し解き直すということが大事です。他の試験などでもそうですが，これを怠って点が伸びない人がとても多い。わかった気になって放っておくのが一番危険です。つまずいたときは，再び動画を見てみればいい。飽きを感じたりすることもあるかもしれませんが，初めのうちは，とにかく何度も繰り返してください。

そうやって繰り返すことで，まずは，**この形式の問題に慣れて**いきましょう。共通テストの問題，最大の敵は，「普段あまり見かけないタイプの問題である」という点です。なので，だからこそ「慣れ」というものが非常に大事になってきます。

そして，この復習の際に最も大切なことは，必ず**「問題の意図やデータの目の付け所，使っている物理の知識や式」**などを意識して進めるということです。もちろんこの点は解説内でも触れています。**何をやらせたくてどんなデータが出されている問題なのか**，厳しくチェック・考えながら復習を進めてください。これを怠ると，「ただ単にやりにくい問題を解いてみただけ」となってしまうので，共通テストの対策としては不十分です。抽象的に見える問題文，ただ単に並んでいるように見えるデータや数値たちに対し，自ら能動的に対峙し，冷静にものを考えて，本番において，自分一人の力だけできちんと解き進められるよう，頭の動かし方を身につけましょう。

なお，各分野について，勉強が足りない・不安だ，という方は，是非，通年講座の方もご覧ください。気になるテーマのところだけでもよいので，通年講座も通してきちんとした理解を目指しましょう。

第 1 講　2018年度 試行調査 第1問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

第 1 問　次の問い（問 1 ～ 5）に答えよ。
〔**解答番号** [1] ～ [10] 〕（配点　30）

問 1　重力加速度の大きさを，地球上で g，月面上で $\frac{g}{6}$ とする。地球と月で質量 m の小物体を高さ h の位置から初速度 v で水平投射し，高さの基準面に達する直前の運動エネルギーを比較する。二つの運動エネルギーの差を表す式として正しいものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，空気の抵抗は無視できるものとする。 [1]

① $\frac{1}{12}mv^2$　② $\frac{1}{6}mv^2$　③ $\frac{5}{12}mv^2$　④ $\frac{1}{2}mv^2$

⑤ $\frac{1}{6}mgh$　⑥ $\frac{1}{3}mgh$　⑦ $\frac{5}{6}mgh$　⑧ mgh

問 2　下の文章中の空欄 [2]・[3] に入れる語句または記号として最も適当なものを，それぞれの直後の｛　｝で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。[2] [3]

図 1

図 1 のように，大気のない惑星にいる宇宙飛行士の上空を，宇宙船が水平左向きに等速直線運動して通過していく。一定の時間間隔をあけて次々と物資が宇宙船から静かに切り離され，落下した。4 番目の物資が切り離された瞬間の，それまでに切り離された物資の位置およびそれまでの運動の軌跡を表す図は，**図 2** の [2] ｛① ア　② イ　③ ウ　④ エ　⑤ オ｝であった。このとき宇宙船は，等速直線運動をするためにロケットエンジンから燃焼ガスを [3]

｛
① 水平右向きに噴射していた。
② 斜め右下向きに噴射していた。
③ 鉛直下向きに噴射していた。
④ 噴射していなかった。
｝

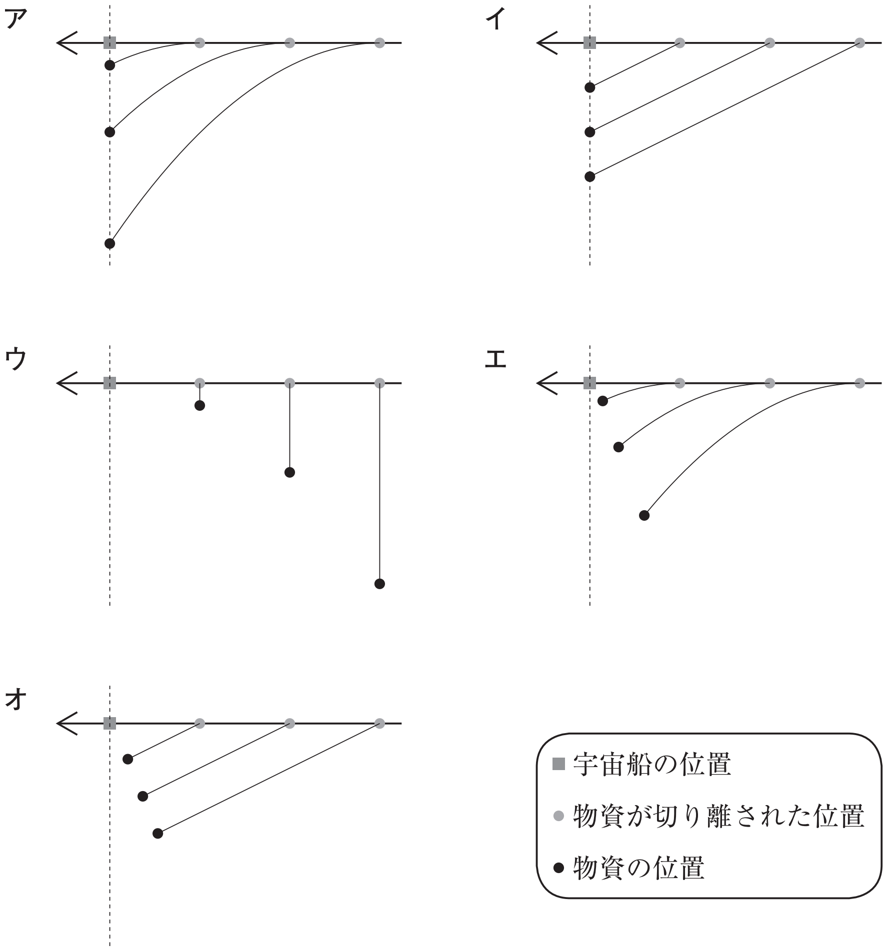


図２

問３　下の文章中の空欄 [4] ～ [6] に入れる式または語句として最も適当なものを，それぞれの直後の｛　　｝で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。ただし，気体定数は R，重力加速度の大きさを g とする。

[4] [5] [6]

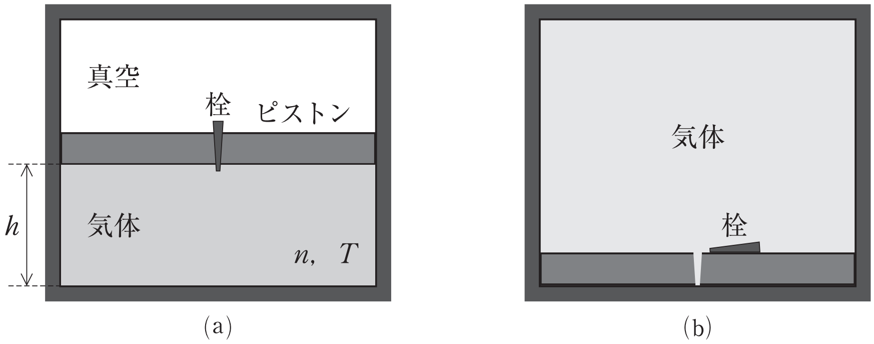


図３

図３(a)のように，断熱材でできた密閉したシリンダーを鉛直に立て，なめらかに動く質量 m のピストンで仕切り，その下側に物質量 n の単原子分子の理想気体を入れた。上側は真空であった。ピストンはシリンダーの底面からの高さ h の位置で静止し，気体の温度は T であった。このとき，

$mgh =$ [4] ｛①　$\frac{1}{2}nRT$　②　nRT　③　$\frac{3}{2}nRT$　④　$2\,nRT$　⑤　$\frac{5}{2}nRT$｝が成り立つ。

ピストンについていた栓を抜いたところ，**図 3**(b)のようにピストンはシリンダーの底面までゆっくりと落下し，気体はシリンダー内全体に広がった。

気体は [5]
① 等温で膨張するので，
② 断熱膨張するので，
③ 真空中への膨張なので仕事はせず，
④ ピストンから押されることで正の仕事をされ，

気体の温度は [6]
① 上がる。
② 下がる。
③ 変化しない。

問 4　**図 4** のように，凸レンズの左に万年筆がある。F，F′ はレンズの焦点である。レンズの左に光を通さない板 B を置き，レンズの中心より上半分を完全に覆った。万年筆の先端 A から出た光が届く点として適当なものを，図中の①～⑦のうちから**すべて**選べ。ただし，レンズは薄いものとする。 **7**

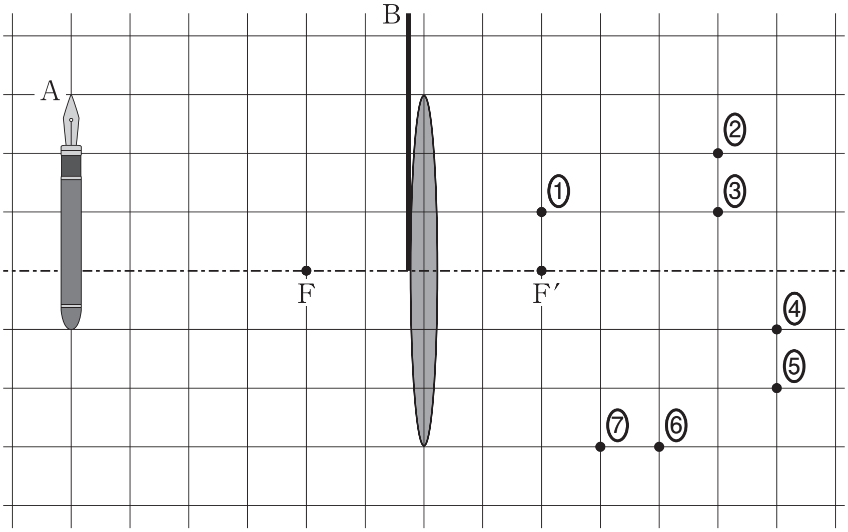


図 4

問５ 水素原子のボーア模型を考える。量子数が n の定常状態にある電子のエネルギーは，

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ \mathrm{eV}$$

と表すことができる。エネルギーの最も低い励起状態から，基底状態への遷移に伴い放出される光子のエネルギーE を有効数字２桁で表すとき，次の式中の空欄 [8] ～ [10] に入れる数字として最も適当なものを，下の①～⓪のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

[8] [9] [10]

$$E = \boxed{8}\,.\,\boxed{9} \times 10^{\boxed{10}}\ \mathrm{eV}$$

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⓪ 0

< Note >

■ 演習問題

1　次の問いに答えよ。

問１　次の文章中の空欄 [1] ～ [4] に当てはまる最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。[1] ～ [4]

人が運動するときのエネルギーについて考えてみよう。人は食物を食べ，これを代謝によって化学エネルギーとして体内に蓄積し，一部を筋肉に発生する力と動きに変換して運動する。人の運動は非常に複雑な生物・物理・化学的な過程であるが，たとえば，人が歩行をするときには，人を前に押し出す外力が働いているはずである。その力は人が地面を蹴るときに反作用で生じる [1] 力である。いっぽう，エネルギーについては，成人の場合１日に約 2500 kcal を食物から得ていると言われている。そのうち，からだを動かす活動に使うエネルギーは約 1000 kcal である。その 1% の 10 kcal というのはどのくらいの量であろうか。熱の仕事当量を 4J=1cal として有効数字１桁で求めると，質量 100 kg の物体が約 [2] m/s の速さにあるときの運動エネルギーに等しく，体重 100 kg の人が重力加速度 10 m/s^2 のもとで，階段を高さ約 [3] m 上ったときの位置エネルギーの増加に等しい。

しかし，人が運動するときは，運動で得た力学的エネルギー以上の化学エネルギーを消耗することは明らかである。一部は空気や地面との接触で失われる。また，からだを動かさずにじっとしていても，水の蒸発熱や熱放射などによって，エネルギーはからだの表面から常に失われている。よって，エネルギー全体での保存は成り立つ。人が生きているということは，体内で [4] を産生し，摂取したエネルギーの半分以上を必然的に失うことなのである。

[1] の選択肢

①　重　②　垂直抗　③　摩擦　④　浮　⑤　推進　⑥　空気抵抗

[2] の選択肢

①　2×10　②　3×10　③　4×10　④　5×10　⑤　6×10　⑥　7×10

[3] の選択肢

①　2×10　②　3×10　③　4×10　④　5×10　⑤　6×10　⑥　7×10

[4] の選択肢

①　血液　②　細胞　③　栄養素　④　熱　⑤　汗　⑥　力

2　次の文章（A〜C）を読み，下の問い（**問１〜６**）に答えよ。

A　ある気体（理想気体）が，ピストンでシリンダー内に閉じ込められている。**図１**は，この気体の圧力と体積の変化を表す図である。初め状態 A にあった気体を，状態 B，状態 C，状態 D の順に変化させた後，再び状態 A にもどした。ただし，過程 A → B は断熱変化，過程 B → C は定圧（等圧）変化，過程 C → D は定積（等積）変化，過程 D → A は等温変化である。

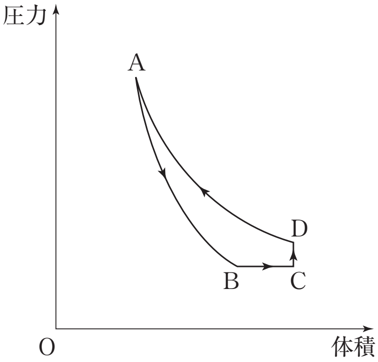


図１

問１　状態 A，B，C の温度をそれぞれ T_A，T_B，T_C としたとき，それらの関係を表す不等式として正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選べ。［ 5 ］

①　$T_A < T_B < T_C$　　②　$T_A < T_C < T_B$　　③　$T_B < T_A < T_C$　　④　$T_B < T_C < T_A$

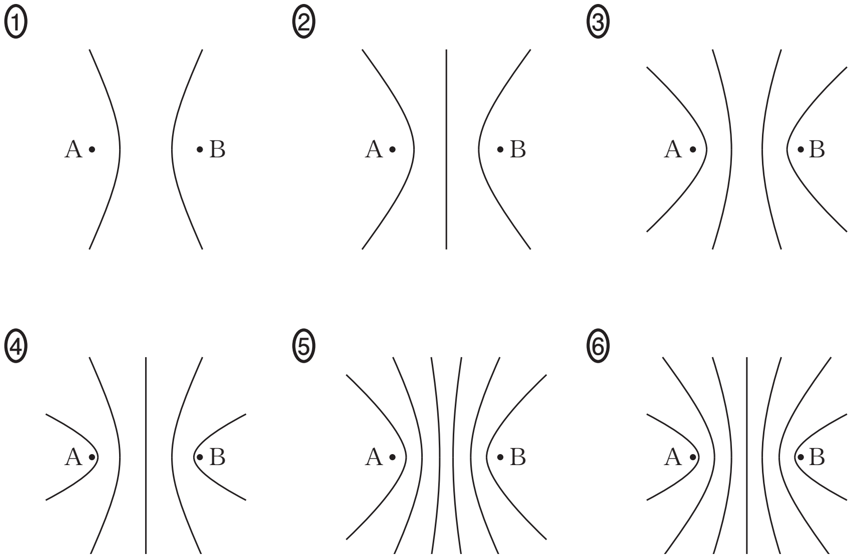
⑤　$T_C < T_A < T_B$　　⑥　$T_C < T_B < T_A$

問２　三つの過程 B → C，C → D，D → A において，**気体がピストンにした仕事**を $W_{B\to C}$，$W_{C\to D}$，$W_{D\to A}$ とする。それぞれ，正であるか，負であるか，0 であるかについて，正しい組合せを，次の①〜⑥のうちから一つ選べ。［ 6 ］

	$W_{B\to C}$	$W_{C\to D}$	$W_{D\to A}$
①	正	負	0
②	正	0	負
③	負	正	0
④	負	0	正
⑤	0	正	負
⑥	0	負	正

B　水面上に距離 d だけ離れた二つの波源 A，B がある。それぞれの波源からは同じ振幅で同じ波長 λ の円形水面波が発生している。この二つの円形波が干渉して波が強めあう場所や打ち消しあう場所が生じる。波が強めあう点をつなぎあわせると，ある曲線群を描くことができる。波源 A，B の間隔は $d = 3.3\lambda$ であり，水面は十分に広いものとする。

問 3　波源 A，B が**逆位相**で振動している場合に波が強めあう点をつないだ曲線群として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7



問 4　次の文章中の空欄 [8] に入る式として最も適当なものを，また [9] に入る数値として最も適当なものを，下のそれぞれの解答群から一つずつ選べ。[8] [9]

波源 A，B が**同位相**で振動しているとき，遠方にある点 P での振動の様子を考える。AB の中点 O と点 P を結ぶ直線が線分 AB となす角度を θ とする。点 P が十分遠方にあるとき，**図 2** のように直線 AP と直線 BP は直線 OP に平行であるとみなしてよいので，A からの波と B からの波とが強めあう角度 θ を与える条件は整数 m を用いて [8] と表される。$d = 3.3\lambda$ のとき，この条件を満たす θ（$0° \leqq \theta < 360°$）の値は [9] 個ある。

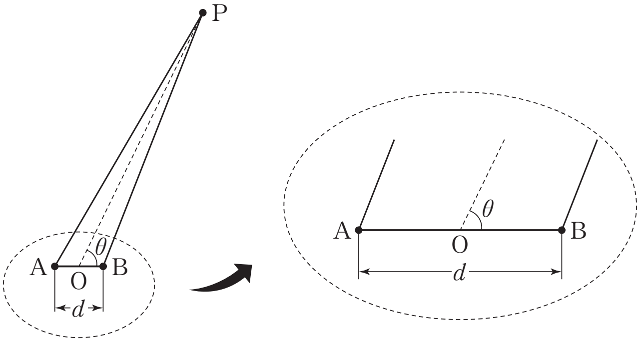


図 2

[8] **の解答群**

① $d\sin\theta = m\lambda$　　② $d\sin\theta = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

③ $d\cos\theta = m\lambda$　　④ $d\cos\theta = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

[9] **の解答群**

① 4　② 6　③ 8　④ 10

⑤ 12　⑥ 14

C　ある白熱電灯に電圧を加え，流れる電流を測定した。電圧と電流の関係を，電流を横軸にとって表すと**図３**のようになった。この白熱電灯を用いた回路について考えよう。

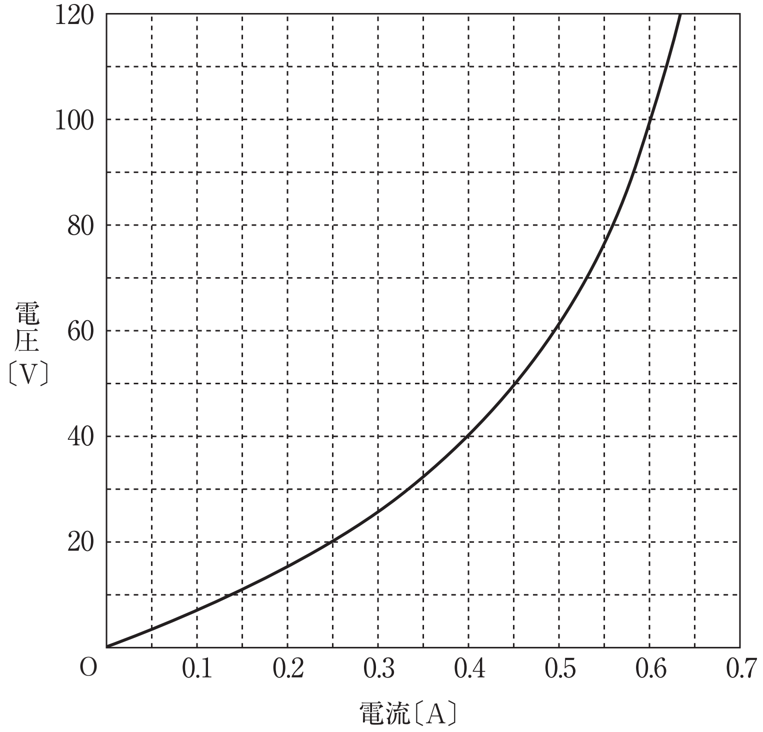


図３

問５　次の文章中の空欄 [10] ・ [11] に入れる数値として最も適当なものを，次ページのそれぞれの解答群の①～⑥のうちから一つずつ選べ。
[10] V，[11] W

図３の電圧と電流の関係を示す白熱電灯を，**図４**のように２個直列に接続してその両端に100Vの電圧を加えた。このとき，白熱電灯１個に加わる電圧は [10] Vであり，２個の白熱電灯で消費される電力の和は [11] Wである。

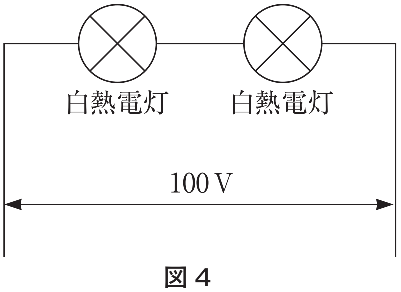


図４

10 の解答群

① 0	② 10	③ 25	④ 50
⑤ 75	⑥ 100		

11 の解答群

① 11	② 23	③ 30	④ 45
⑤ 60	⑥ 120		

問 6　**図 3** の電圧と電流の関係を示す白熱電灯と 100 Ω の抵抗を**図 5** のように直列に接続し，その両端に電圧を加えた。このとき，抵抗を流れる電流と両端に加えた電圧の関係を表すグラフとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

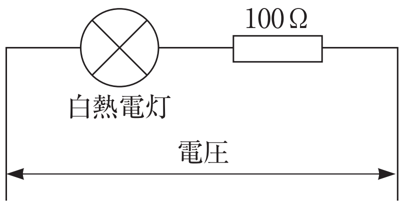
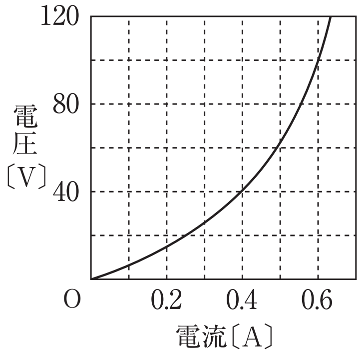
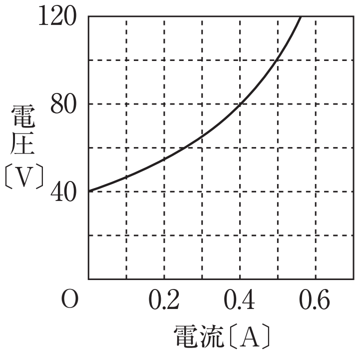


図 5

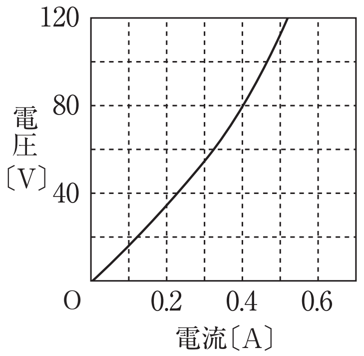
①



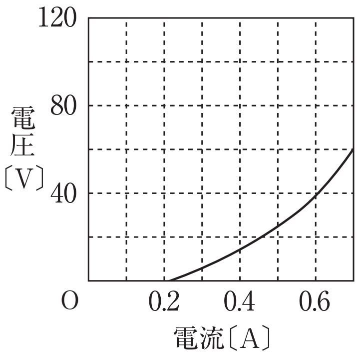
②



③



④



3　次の問いに答えよ。

問１　次の文章中の空欄 **13** ～ **19** に当てはまる最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。 **13** ～ **19**

真空中でフィラメントを加熱してそこから発生した電子を **13** で加速して，対陰極と呼ばれる金属板に衝突させたときに波長が 0.1～1nm の **14** が発生する。これが X 線であり，物質に対する **15** の強い放射線である。金属に衝突する電子の多くは金属原子と **16** を繰り返しながらエネルギーを徐々に失っていくが，中には一回の衝突で多くの運動エネルギーを失うものもある。このとき電子は非常に大きな **17** の加速度を受けることになり，その際 X 線が放射されることになる。これを制動放射とよぶが，放射される X 線は **18** スペクトルをもっている。もうひとつの X 線発生のメカニズムとして，衝突した電子が対陰極原子の内側の軌道の電子をたたき出し，そこに同じ原子内の外側の軌道の電子が移動することにより，軌道のエネルギー差に相当する 14 が放出される場合がある。これは特性 X 線と呼ばれ，線スペクトルを示す。この現象を利用すると，未知物質の **19** を明らかにすることも可能である。

13 の選択肢
①　電界　②　磁界　③　電磁誘導　④　共振回路　⑤　サイクロトロン

14 の選択肢
①　反射波　②　定常波　③　超音波　④　電磁波　⑤　物質波

15 の選択肢
①　破壊力　②　吸収　③　発熱効果　④　酸化力　⑤　透過力

16 の選択肢
①　弾性衝突　②　非弾性衝突　③　共鳴　④　干渉　⑤　静電誘導

17 の選択肢
①　正　②　負　③　速度方向　④　垂直方向　⑤　斜め方向

18 の選択肢
①　連続　②　離散　③　単調増加　④　単調減少　⑤　振動

19 の選択肢
①　原子核構造　②　電子密度　③　元素組成　④　静電エネルギー
⑤　イオン化エネルギー

第 1 講　2018年度 試行調査 第1問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問	解答番号	正解	配点
第 1 問（30）	1	1	7	4
	2	2	1	4
		3	3	4
	3	4	2	4
		5	4	5＊1
		6	1	
	4	7	4，5	5＊2
	5	8	1	4＊1
		9	0	
		10	1	

（注）
＊1 は，全部正解の場合のみ点を与える。
＊2 は，過不足なく解答した場合のみ点を与える。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問 1	1	3
		2	2
		3	3
		4	4
2	問 1	5	4
	問 2	6	2
	問 3	7	5
	問 4	8	3
		9	6
	問 5	10	4
		11	4
	問 6	12	3
3	問 1	13	1
		14	4
		15	5
		16	2
		17	2
		18	1
		19	3

＜ Note ＞

第２講　2018年度 試行調査 第2問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

第２問　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問１～５**）に答えよ。
〔**解答番号** [1] ～ [6] 〕（配点　28）

A　x 軸上を負の向きに速さ v で進む質量 m の小物体 A と，正の向きに速さ v で進む質量 m の小物体 B が衝突し，衝突後も x 軸上を運動した。衝突時に接触していた時間を $\varDelta t$，はね返り係数（反発係数）を e（$0 < e \leqq 1$）とする。

問１　衝突後の小物体 A の速度を表す式として正しいものを，次の①～⑦のうちから一つ選べ。[1]

①　$-2ev$　　②　$-ev$　　③　$-\dfrac{1}{2}ev$　　④　0

⑤　$2ev$　　⑥　ev　　⑦　$\dfrac{1}{2}ev$

問２　$\varDelta t$ の間に小物体 A が小物体 B から受けた力の平均値を表す式として正しいものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。[2]

①　$\dfrac{emv}{2\varDelta t}$　　②　$\dfrac{emv}{\varDelta t}$　　③　$\dfrac{2emv}{\varDelta t}$

④　$\dfrac{(1-e)mv}{2\varDelta t}$　　⑤　$\dfrac{(1-e)mv}{\varDelta t}$　　⑥　$\dfrac{2(1-e)mv}{\varDelta t}$

⑦　$\dfrac{(1+e)mv}{2\varDelta t}$　　⑧　$\dfrac{(1+e)mv}{\varDelta t}$　　⑨　$\dfrac{2(1+e)mv}{\varDelta t}$

B　高校の授業で，衝突中に２物体が及ぼし合う力の変化を調べた。力センサーのついた台車 A，B を，水平な一直線上で，等しい速さ v で向かい合わせに走らせ，衝突させた。センサーを含む台車１台の質量 m は 1.1 kg である。それぞれの台車が受けた水平方向の力を測定し，時刻 t との関係をグラフに表すと**図１**のようになった。ただし，台車 B が衝突前に進む向きを力の正の向きとする。

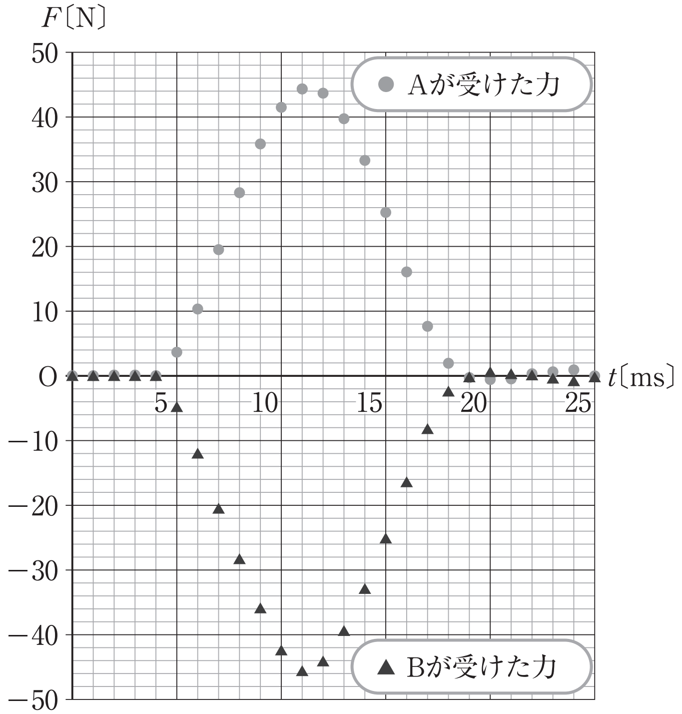


図１

問３　次の文章は，この実験結果に関する生徒たちの会話である。生徒たちの説明が科学的に正しい考察となるように，文章中の空欄に入れる式として最も適当なものを，次ページのそれぞれの選択肢のうちから一つずつ選べ。

| 3 | | 4 |

「短い時間の間だけど，力は大きく変化していて一定じゃないね。」

「そのような場合，力と運動量の関係はどう考えたらいいのだろうか。」

「測定結果のグラフの $t = 4.0 \times 10^{-3}$s から $t = 19.0 \times 10^{-3}$s までの間を２台の台車が接触していた時間 Δt としよう。そして，測定点を滑らかにつなぎ，**図２**のように影をつけた部分の面積を S としよう。弾性衝突ならば，$S =$ | 3 | が成り立つはずだ。」

「その面積 S はグラフからどうやって求めるのだろうか。」

「衝突の間に A が受けた力の最大値を f とすると，面積 S はおよそ | 4 | に等しいと考えていいだろう。」

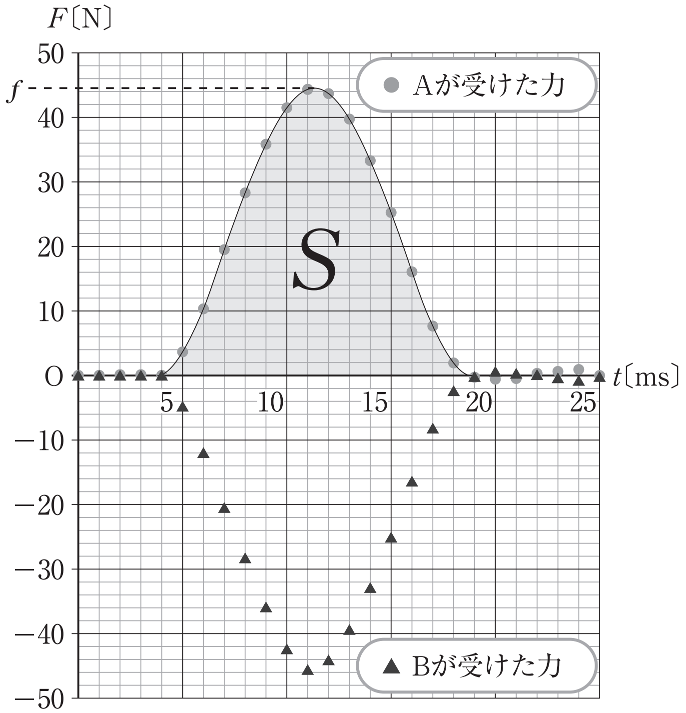


図２

3 の選択肢

① $\frac{1}{2}mv$　② mv　③ $2mv$　④ 0

⑤ $\frac{1}{2}mv^2$　⑥ mv^2　⑦ $2mv^2$

4 の選択肢

① $\frac{1}{3}f\Delta t$　② $\frac{1}{2}f\Delta t$　③ $\frac{2}{3}f\Delta t$　④ $f\Delta t$　⑤ $2f\Delta t$

問４　２台の台車の速さは，衝突の前後で変わらなかったとする。台車が接触していた時間を $t = 4.0 \times 10^{-3}$ s から $t = 19.0 \times 10^{-3}$ s までの間とすると，衝突前の台車 A の速さ v はいくらか。最も近い値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5 m/s

① 0.050　② 0.15　③ 0.25

④ 0.35　⑤ 0.45　⑥ 0.55

問５　**図１**のグラフの概形を**図３**のように表すことにする。実線は台車 A が受けた力，破線は台車 B が受けた力を表す。台車 A が受けた力の最大値を f とした。台車 A を静止させ，台車 B を速さ $2v$ で台車 A に衝突させると，力の時間変化はどうなるか。そのグラフとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **6**

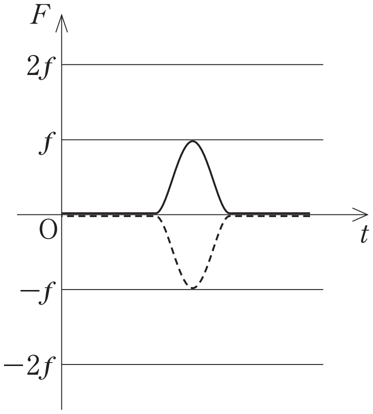
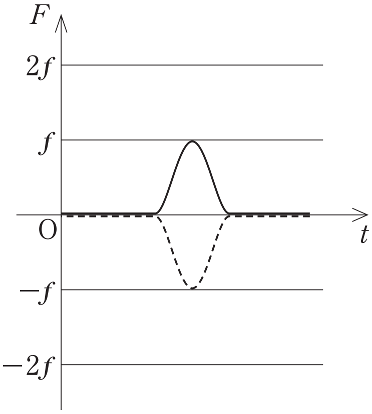
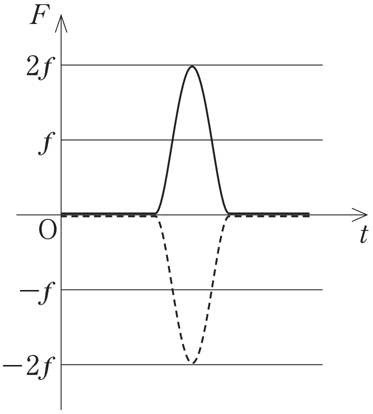


図３

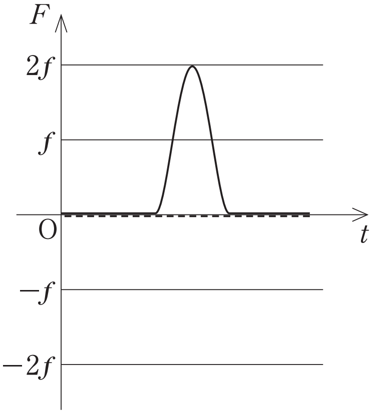
①


F
2f
f
O
t
−f
−2f

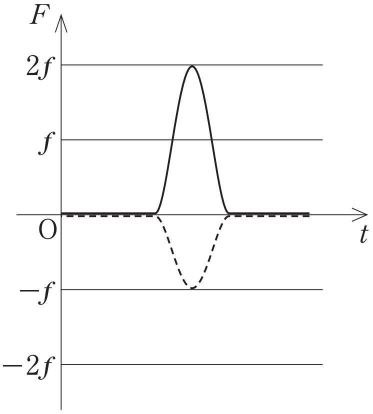
②


F
2f
f
O
t
−f
−2f

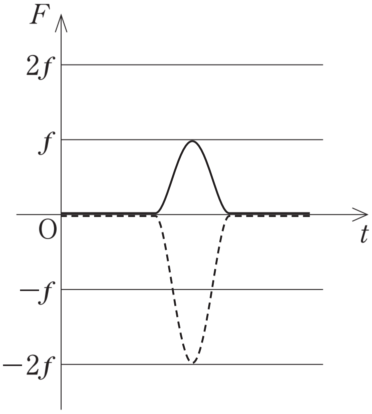
③


F
2f
f
O
t
−f
−2f

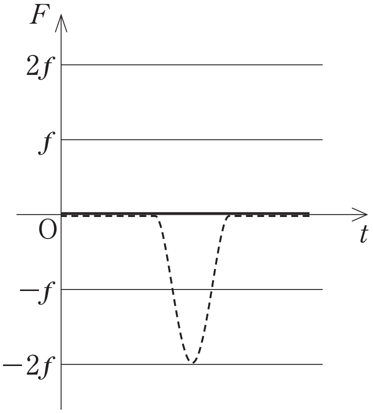
④


F
2f
f
O
t
−f
−2f

⑤


F
2f
f
O
t
−f
−2f

⑥


F
2f
f
O
t
−f
−2f

■ 演習問題

1 次の文章を読んで，問に答えよ。ただし，重力加速度の大きさを g とする。浮力は無視してよい。

問１ 次の文章中の ［　　］ に当てはまる式の組み合わせとして最も適当なものを下の①～⑥の中から選んで答えよ。［ 1 ］

質量 m の物体が重力と抵抗力を受けて鉛直下向きに速度 v で落下している。抵抗力の大きさは物体の速さに比例すると仮定し，比例定数を k とする。また，速度，加速度は鉛直下向きを正にとる。この物体の運動方程式は微小時間 Δt での速度の変化を Δv とすると ［ ア ］ で与えられる。

この状況では，落下を開始して一定時間の後には，物体の運動は，近似的に等速度運動になる。このときの速度を終端速度という。終端速度 v_{f} は重力と抵抗力がつりあう条件で決まり，$v_{\mathrm{f}} =$ ［ イ ］ となる。

① ア：$m\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = mg + kv$　　イ：$-\dfrac{mg}{k}$

② ア：$m\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = mg + kv$　　イ：$\dfrac{mg}{k}$

③ ア：$m\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = mg + kv$　　イ：0

④ ア：$m\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = mg - kv$　　イ：$-\dfrac{mg}{k}$

⑤ ア：$m\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = mg - kv$　　イ：$\dfrac{mg}{k}$

⑥ ア：$m\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = mg - kv$　　イ：0

問２　ここで２種類の初期条件を考える。一方は初速度０，他方は初速度が終端速度の２倍である。これらの条件における速度の変化を正しく表しているグラフはどうなるか。最も適当なものを**図１**の①～④のうちから選んで答えよ。ただし，点線は終端速度を表している。 **2**

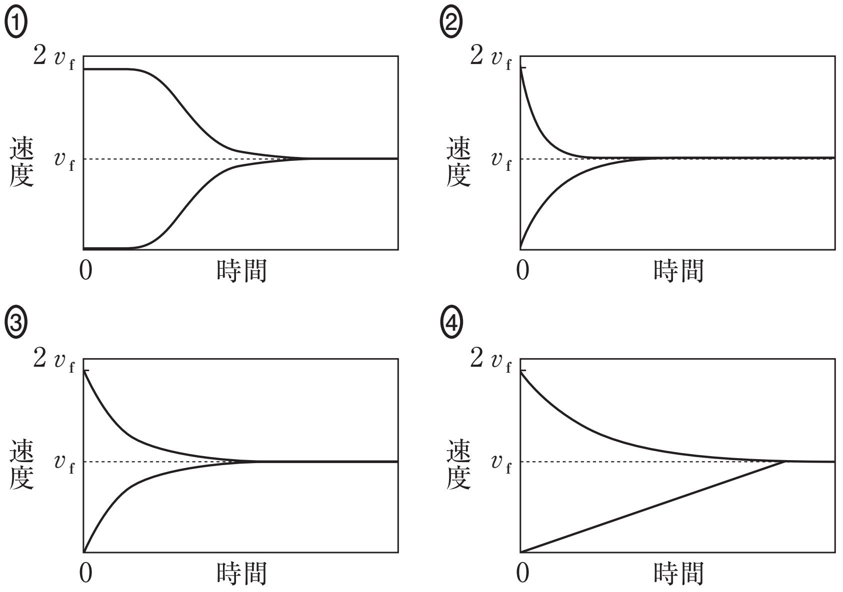


図１

問３　次に，抵抗力の大きさが物体の速さの２乗に比例する場合を考えよう。鉛直下向きの速度を v とすると，物体の運動方程式は

$$m\frac{\Delta v}{\Delta t} = mg - cv^2$$

で与えられる。定数 c を抵抗係数とよぶことにする。このときの終端速度 v_{t} を表す式として最も適当なものを以下の①～⑥の中から選べ。 **3**

① $-\dfrac{mg}{c}$　② $\dfrac{mg}{c}$　③ $\left(\dfrac{mg}{c}\right)^2$

④ $-\sqrt{\dfrac{mg}{c}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{mg}{c}}$　⑥ 0

問４　水中で物体を静かに落下させ，落下を始めてからの時間と落下距離の関係を計測した。この実験結果について考えよう。なお，重力加速度の大きさ g は $9.8\,\mathrm{m/s^2}$ とする。

この実験では，一方は質量 m_1=1.0 kg の物体，他方は質量 m_2=2.0 kg の物体と，形状は同じで質量だけ異なる２種類の物体を落下させた。それぞれを**実験１**，**実験２**とよぶことにする。２つの実験の結果を**表１**に示すとともに，物体の時間と落下距離の関係をグラフにすると**図２**のようになる。

表１

m_1=1.0 kg の物体の結果(**実験１**)					m_2=2.0 kg の物体の結果(**実験２**)				
時間(s)	3.0	4.0	5.0	6.0	時間(s)	3.0	4.0	5.0	6.0
落下距離(m)	15.0	20.8	26.6	32.4	落下距離(m)	19.8	28.0	36.2	44.4

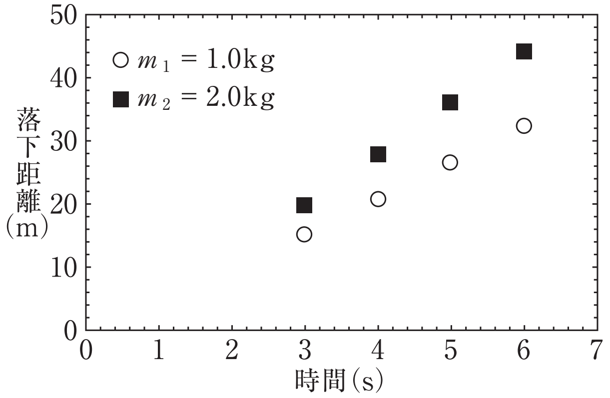


図２

質量 m_1=1.0 kg と質量 m_2=2.0 kg の物体の終端速度をそれぞれ v_1，v_2 とする。実験結果より，終端速度の大きさは有効数字２桁で，v_1= [4]，v_2= [5] である。空欄に入れる数値として最も適当なものを，下の選択肢のうちからそれぞれ一つずつ選べ。[4] [5]

[4] **の選択肢**　① 1.2　② 2.4　③ 4.2　④ 5.8　⑤ 7.6　⑥ 8.2

[5] **の選択肢**　① 1.4　② 2.2　③ 4.3　④ 6.8　⑤ 8.2　⑥ 9.8

問５　次の文章は，この実験結果に関する生徒たちの会話である。生徒たちの説明が科学的に正しい考察となるように，文章中の空欄に入れる数値として最も適当なものを，下の選択肢のうちからそれぞれ一つずつ選べ。［ 6 ］

「結局，抵抗力は速度の１乗に比例しているのか。それとも２乗に比例しているのだろうか。」

「終端速度を考えると，抵抗力が速度の１乗に比例するなら，質量の比は速度の比の［ ア ］次式となる。一方，２乗に比例しているのならば質量の比は速度の比の［ イ ］次式となる。」

「そうか！　じゃあ後はこれが実験結果に合うかどうか確認すればいいね。」

「そういうこと。そして**問４**の２つの実験結果より，抵抗力の大きさは速さの［ ウ ］乗に比例していると考えてよいだろう。」

①	ア：0	イ：1	ウ：1
②	ア：1	イ：0	ウ：0
③	ア：1	イ：2	ウ：1
④	ア：1	イ：2	ウ：2
⑤	ア：2	イ：1	ウ：1
⑥	ア：2	イ：1	ウ：2

問６　実験データから得られた終端速度をもとに考えると，終端速度に達するまでにかかる時間は質量の平方根に比例していることがわかった。抵抗力の大きさは速さの２乗に比例するとして，物体を静かに落下させてから時間 3.0 s までの速度の変化を**実験１，２**の両方について正しく描いているのは**図３**の①～⑥のどれか。最も適当なものを選べ。ただし，２本の点線は**実験１，２**それぞれの終端速度を表している。 **7**

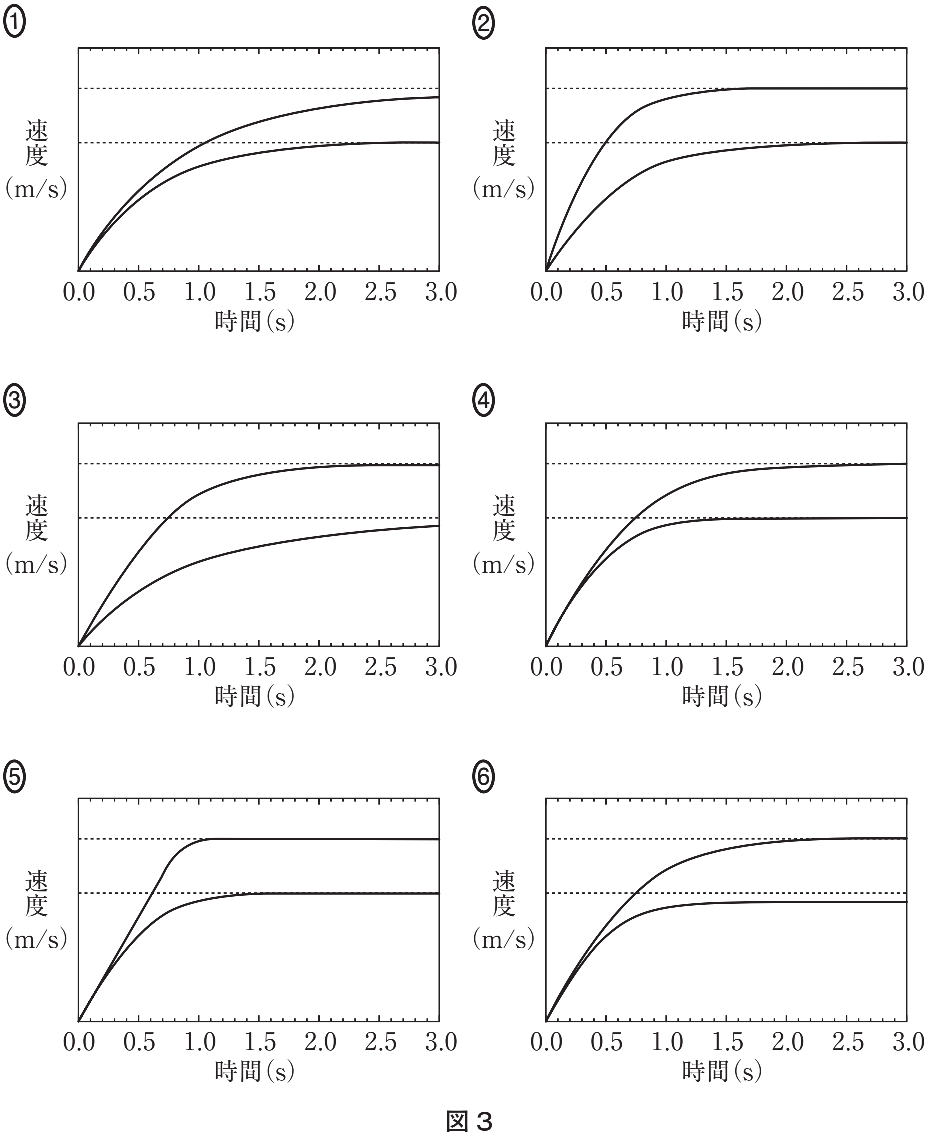


図３

第 2 講　2018年度 試行調査 第2問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

<table>
<tr><th>問題番号
(配点)</th><th colspan="2">設問</th><th>解答番号</th><th>正解</th><th>配点</th></tr>
<tr><td rowspan="6">第 2 問

(28)</td><td rowspan="2">A</td><td>1</td><td>1</td><td>6</td><td>5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td><td>8</td><td>5＊3</td></tr>
<tr><td rowspan="4">B</td><td rowspan="2">3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>4</td><td>2</td><td>4</td></tr>
<tr><td>4</td><td>5</td><td>2</td><td>5</td></tr>
<tr><td>5</td><td>6</td><td>1</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="6">(注)
＊ 3 は，第 2 問の解答番号 1 で 2 を解答し，かつ，解答番号 2 で 5 を解答した場合も点を与える。</td></tr>
</table>

■ 演習問題

<table>
<tr><th>問題番号</th><th>設問</th><th>解答番号</th><th>正解</th></tr>
<tr><td rowspan="7">1</td><td>問 1</td><td>1</td><td>5</td></tr>
<tr><td>問 2</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>問 3</td><td>3</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">問 4</td><td>4</td><td>4</td></tr>
<tr><td>5</td><td>5</td></tr>
<tr><td>問 5</td><td>6</td><td>4</td></tr>
<tr><td>問 6</td><td>7</td><td>4</td></tr>
</table>

< Note >

第３講　2018年度 試行調査 第3問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

第３問　電磁波の性質に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１〜４**）に答えよ。
〔**解答番号**　1　〜　5　〕（配点　20）

A　細い針金でできた枠をせっけん水につけて引き上げると，薄い膜（せっけん膜）ができる。これを鉛直に立て，白色光を当てて光源側から観察すると，**図１**のように虹色の縞模様（しまもよう）が見えた。この現象について考える。

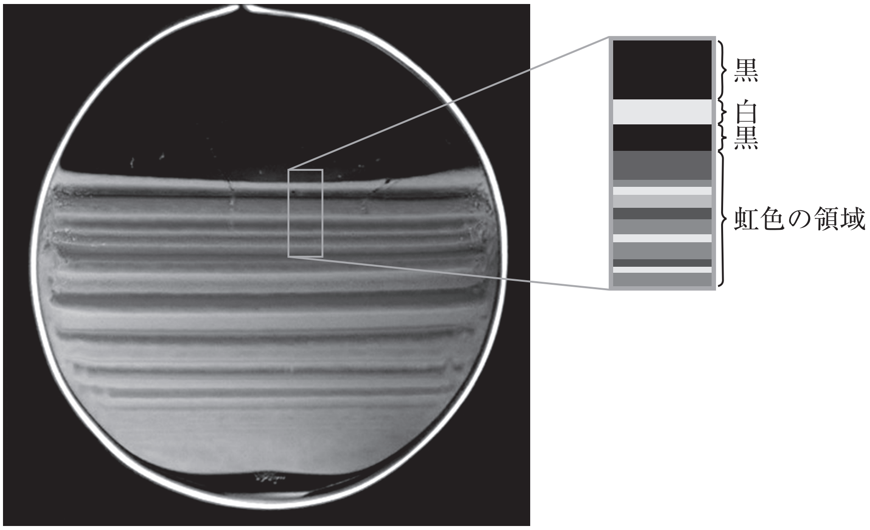


図 1

問１　**図２**のように，波長 λ の光が，厚さ d，絶対屈折率 n のせっけん膜に垂直に入射する。せっけん膜の二つの表面で反射した光が強め合う条件を表す式として最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，空気の絶対屈折率を1とする。また，選択肢中の m は m = 0，1，2，3，…である。 **1**

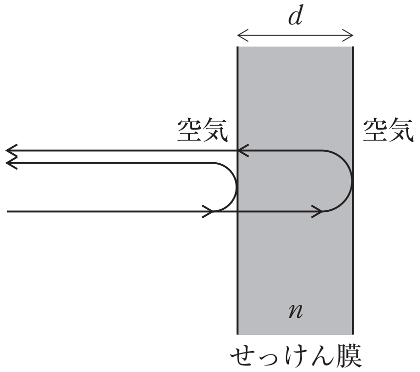


図２

① $\dfrac{d}{n} = m\lambda$

② $\dfrac{d}{n} = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

③ $\dfrac{2d}{n} = m\lambda$

④ $\dfrac{2d}{n} = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

⑤ $nd = m\lambda$

⑥ $nd = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

⑦ $2nd = m\lambda$

⑧ $2nd = \left(m + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$

問２　次の文章中の空欄 [2] ・ [3] に入れる語句として最も適当なものを，それぞれの直後の{　　}で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。 [2] [3]

図１の「虹色の領域」には，[2] {①　赤・緑・青　②　赤・青・緑　③　青・赤・緑　④　青・緑・赤　⑤　緑・青・赤　⑥　緑・赤・青} の色が上から順番に見え，これは波長が短い順である。したがって，この領域ではせっけん膜は [3] {①　上部ほど厚い　②　中央部が厚い　③　下部ほど厚い　④　厚さが一定} と考えられる。

B　**図３**のように，金属板に垂直に電波を入射させたところ，電波は金属板に垂直に反射した。入射波と反射波を棒状のアンテナで受信し，電圧の実効値 V(電波の振幅に比例する) を測定した。アンテナから金属板までの距離 d と V の関係を調べたところ，**表１**のようになった。

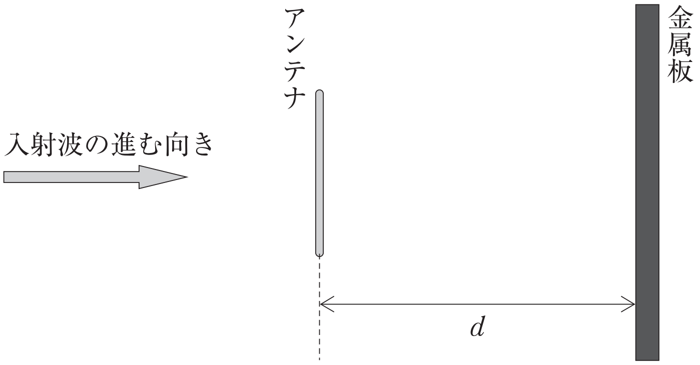


図３

表１

距離 d〔mm〕	82	84	86	88	90	92	94	96	98
電圧 V〔mV〕	135	94	20	38	94	152	157	130	61

距離 d〔mm〕	100	102	104	106	108	110	112	114	116
電圧 V〔mV〕	10	30	85	130	160	160	101	41	18

距離 d〔mm〕	118	120	122	124	126	128	130	132	134
電圧 V〔mV〕	77	128	160	160	129	98	25	57	113

問３　**表１**の実験結果から確認できる現象として最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **4**

① うなり	② ドップラー効果	③ 回折
④ 屈折	⑤ 吸収	⑥ 分散
⑦ 定常波（定在波）	⑧ 光電効果	

問４　電波の波長はいくらか。最も近い値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5 mm

① 10　② 20　③ 30　④ 40　⑤ 50　⑥ 60

＜ Note ＞

■ 演習問題

1　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問１～６**）に答えよ。

A　**図１**のように，空気中において，半径 r の円形をした平面ガラスＡの上に，Ａと同じ形状の平面ガラスＢを重ね，一方の端Ｐに厚さ a の金属箔を挟んだ。2 つのガラスは一点Ｏで接している。真上から波長 λ の単色光を入射し，真上から観察すると等間隔の平行な干渉縞が見えた。屈折率の小さい媒質を通過してきた光が屈折率のより大きい媒質で反射する際，位相が反転することに留意して，以下の問いに答えよ。ただし，空気の屈折率は 1.0，ガラスの屈折率は 1.5 とする。

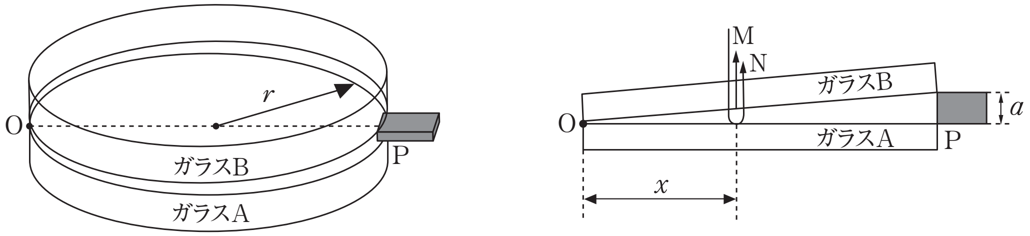


図１

問１　点Ｏから点Ｐに向かって距離 x の点において，ガラスＡとＢの間のくさび状の空気層の上面で反射する光の経路をＭ，空気層の下面で反射する光の経路をＮとしたとき，ＭとＮの光路差を表す式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 1 ］

① $\dfrac{ax}{r}$　② $\dfrac{2ax}{r}$　③ $\dfrac{ax}{2r}$　④ $\dfrac{rx}{a}$　⑤ $\dfrac{2rx}{a}$　⑥ $\dfrac{rx}{2a}$

問２　点Ｏから 2 番目に近い明線について，点Ｏからの距離を表す式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 2 ］

① $\dfrac{\lambda r}{a}$　② $\dfrac{\lambda r}{2a}$　③ $\dfrac{3\lambda r}{2a}$　④ $\dfrac{\lambda a}{r}$　⑤ $\dfrac{\lambda a}{2r}$　⑥ $\dfrac{3\lambda a}{2r}$

次に，**図２**に示すように，ガラスＢを円形の平凸レンズＬに置き換えて，真上から波長λの単色光を入射してできる干渉縞を観察する。レンズＬの上面は平面で，下面は滑らかな凸状に膨らんでおり，中央部が周辺部に対して４分の１波長$\dfrac{\lambda}{4}$だけ突き出ているとする。点Ｃと点Ｑは，それぞれ，ガラスＡ上面の中心点と円周上の点（CQ は OPと直交）である。以下の問いに答えよ。ただし，レンズの屈折率はガラスと同じとする。

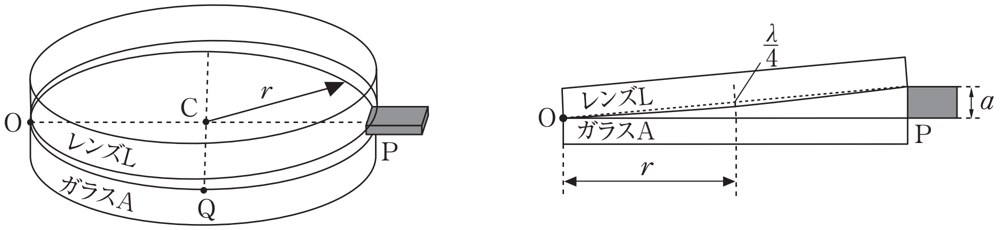


図２

問３　ガラスＡとレンズＬの間の空気層の上面で反射する光と空気層の下面で反射する光の光路差を点Ｃと点Ｑにおいて求めよ。最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。金属箔の厚さaはガラスＡの半径rに比べて十分に小さいとする。

点Ｃ［３］　　　点Ｑ［４］

① a　　② $a-\dfrac{\lambda}{2}$　　③ $a-\lambda$　　④ $a-\dfrac{3\lambda}{2}$

⑤ $a+\dfrac{\lambda}{2}$　　⑥ $a+\lambda$　　⑦ $a+\dfrac{3\lambda}{2}$　　⑧ λ

問４　**図１**のように平面ガラスＢを置いたときに見えた干渉縞が，**図３**の参考図のようであったとする。図中の黒い部分は暗線，白い部分は明線である。**図２**のように平凸レンズＬを置いた時に見える干渉縞として最も適切なものを**図３**の①～④のうちから一つ選べ。また，その理由を述べた文について，最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選べ。

理由 **5**　　　図 **6**

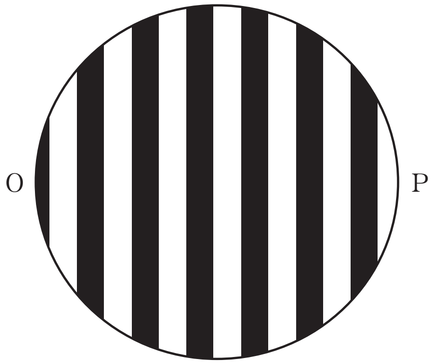
① 中心部は膨らんでいるが円形のガラスを用いているために，参考図と光路差は変わらないため，ガラスＢの時と同じ条件で干渉する。

② 中心部に行くにつれて光路差が$\dfrac{\lambda}{2}$程度減るため，OP上で同じ光路差を得るためには，より点Ｏから遠い場所に移動する必要がある。

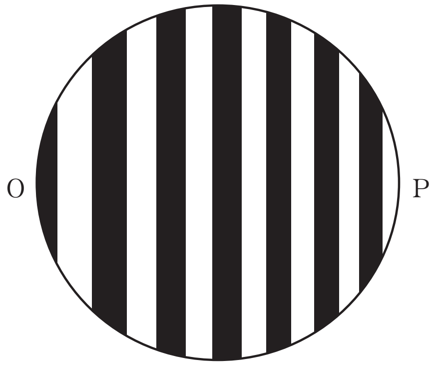
③ 中心部に行くにつれて光路差が$\dfrac{\lambda}{2}$程度増えるため，OP上で同じ光路差を得るためには，より点Ｏから近い場所に移動する必要がある。

④ 中心部に行くにつれて光路差が$\dfrac{\lambda}{2}$程度減るため，OP上で同じ光路差を得るためには，より中心点から遠い場所に移動する必要がある。

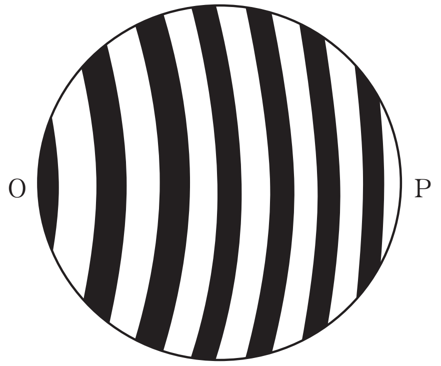
⑤ 中心部に行くにつれて光路差が$\dfrac{\lambda}{2}$程度増えるため，OP上で同じ光路差を得るためには，より中心点から近い場所に移動する必要がある。



参考図



①



②

③

④

図３

B Ｐさんの家と消防署は，**図４**のように一直線の道路に沿って建っている。救急車がサイレンを鳴らしながら消防署を出発し，一定の速度で走行した後に停車する。サイレンは一定の振動数 f_0 の音を出すとして，Ｐさんが家で聞く救急車のサイレンの音の振動数について考える。ただし，消防署とＰさんの家で区切られる道路の三つの領域を，それぞれ**図４**のようにＡ，Ｂ，Ｃとする。

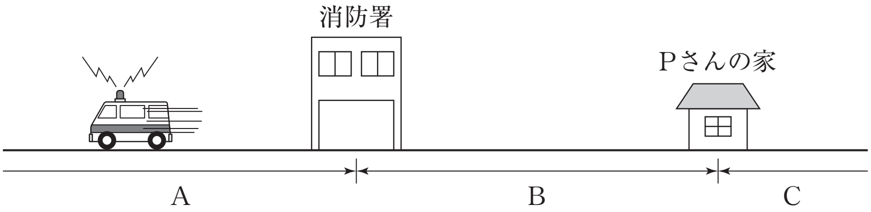
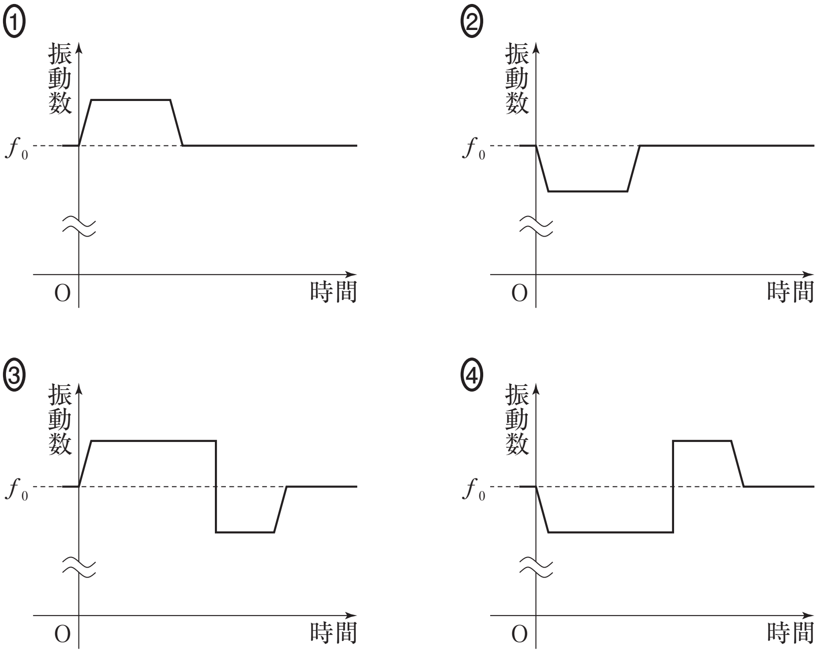


図４

問５ 救急車が消防署を出発して，領域Ａに停車した。このとき，Ｐさんの聞く音の振動数は時間とともにどのように変化するか。また領域Ｃに停車した場合はどうか。それぞれ最も適当なグラフを，次の①～④のうちから一つ選べ。

領域Ａ **7**　　　領域Ｃ **8**



問６　救急車は消防署を出発し，一定の速度で時間 T_0 の間走行した後停車した。このときＰさんが聞いたサイレンの音の振動数は**図５**のように時間変化した。**図５**において，振動数 f_1 の音が聞こえていた時間 T_1 は時間 T_0 の何倍になるか。最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 **9** 倍

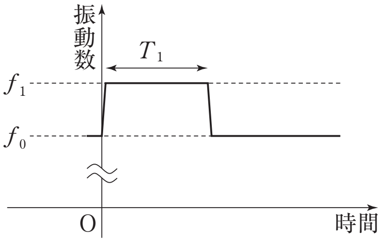


図５

① 1　　② $\dfrac{f_1}{f_1 - f_0}$　　③ $\dfrac{f_1 - f_0}{f_1}$　　④ $\dfrac{f_0}{f_1}$

⑤ $\dfrac{f_1}{f_0}$

第３講　2018年度 試行調査 第3問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第３問（20）	A	1	1	8	4
		2	2	4	3
			3	3	4
	B	3	4	7	4
		4	5	3	5

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	1
	問２	2	3
	問３	3	2
		4	1
	問４	5	2
		6	2
	問５	7	2
		8	3
	問６	9	4

＜ Note ＞

第４講　2018年度 試行調査 第4問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

第４問　電磁誘導に関する次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問 1〜 4**）に答えよ。
〔**解答番号** 1 〜 5 〕（配点　22）

A　太郎君はエレキギターのしくみに興味を持った。**図 1** に示すエレキギターには，矢印で示した位置に検出用コイルがある。エレキギターを模した**図 2** のような実験装置を作り，オシロスコープにつないだ。磁石は上面が N 極，下面が S 極であり，上面にコイルが巻かれた鉄芯がついている。コイルの上で鉄製の弦が振動すると，その影響によりコイルを貫く磁束が変化し誘導起電力が生じる。オシロスコープの画面の横軸は時間，縦軸は電圧を示すものとする。

図 1

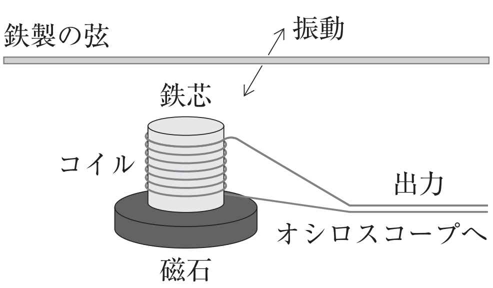


図２

問１　弦をはじき，コイルの両端の電圧を調べたところ，オシロスコープの画面は**図３**のようになった。同じ弦をより強くはじくとき，**図３**と同じ目盛りに設定したオシロスコープの画面はどのように見えるか。最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 **1**

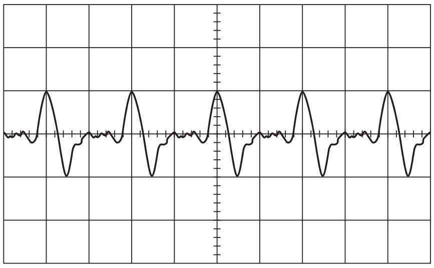
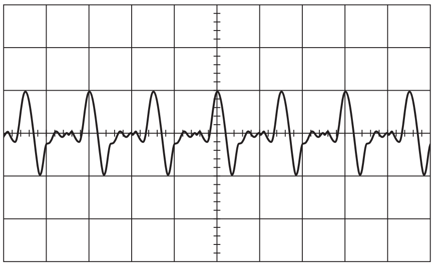
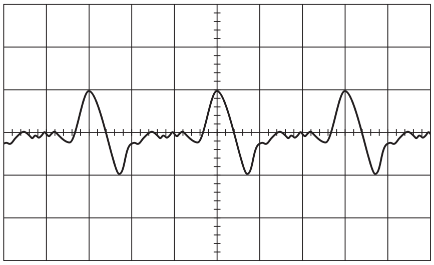


図３

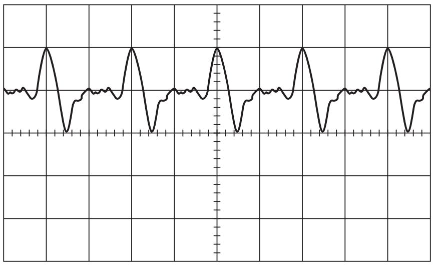
①



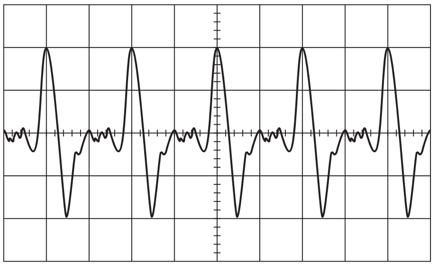
②



③



④



太郎君は次に，**図４**のように，弦の代わりに鉄製のおんさを固定した。おんさをたたいたところ，オシロスコープの画面は**図５**のようになった。

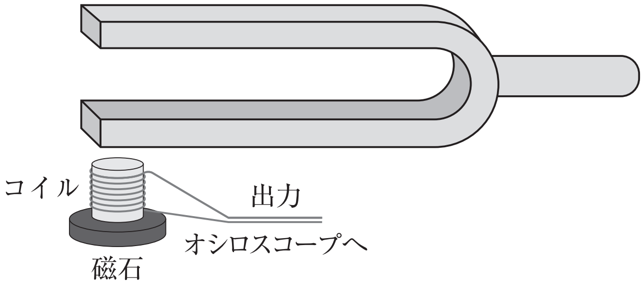


図４

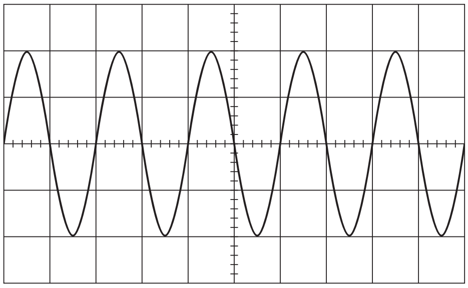


図５

問２　次に，鉄製のおんさと同じ形，同じ大きさの銅製のおんさで同じ実験を行ったところ，銅製のおんさの方が振動数の小さい音が聞こえた。このとき，**図５**と同じ目盛りに設定したオシロスコープの画面には横軸に沿って直線が見えるだけだった（**図６**）。**図５**と**図６**の違いは，鉄と銅のどの性質の違いによるか。最も適当なものを，下の①～⑦のうちから一つ選べ。 **2**

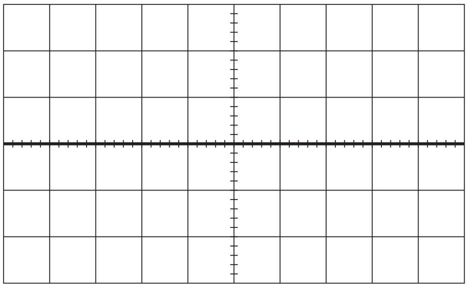


図６

① 音速　② 硬さ　③ 密度　④ 抵抗率
⑤ 比誘電率　⑥ 比透磁率　⑦ 比熱（比熱容量）

B　**図７**のように，アクリルパイプを鉛直に立て，その下端付近にコイルを設置した。コイルは，端子 A から端子 B へ上から見て時計回りに巻かれている。パイプの上端付近で円柱状の磁石を静かに放し落下させ，コイルの端子 B を基準とした端子 A の電位(電圧)V をオシロスコープで観察する。磁石の上面がコイルの上端に達するまでの落下距離を h とする。$h = 30\,\mathrm{cm}$ のときの結果は，**図８**のようになった。ただし，時間軸の原点は $V = 100\,\mathrm{mV}$ になった瞬間に設定されている。

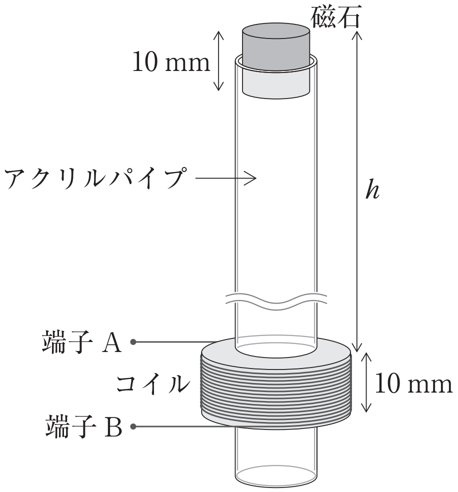


図７

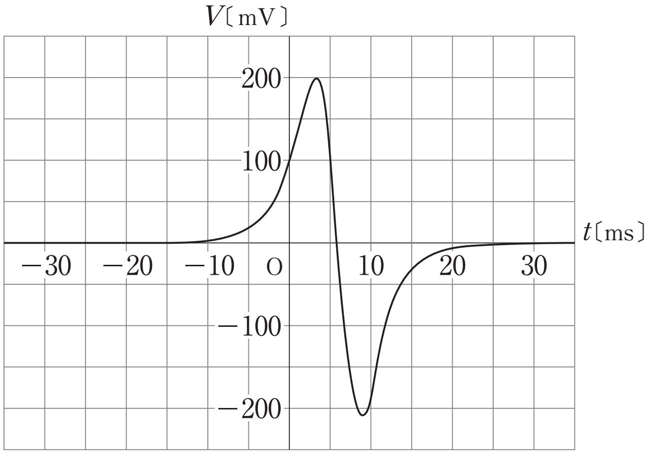


図８

問３　次の文章は，**図８**の結果から落下中の磁石の向きを推定する過程を述べたものである。文章中の空欄 ア ～ ウ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。 3

図８では，山が最初に現れることから，磁石がコイルに近づいてきたとき端子Ａの電位が端子Ｂの電位より高くなったことがわかる。このとき，コイルには上から見て ア の電流を流そうとする向きに誘導起電力が生じていた。それは，コイルを上から下に貫く磁束が イ したからである。したがって，磁石が ウ を下にして近づいてきたことがわかる。

	ア	イ	ウ
①	時計回り	増加	N 極
②	時計回り	増加	S 極
③	時計回り	減少	N 極
④	時計回り	減少	S 極
⑤	反時計回り	増加	N 極
⑥	反時計回り	増加	S 極
⑦	反時計回り	減少	N 極
⑧	反時計回り	減少	S 極

問 4　次の文章中の空欄 **4** ・ **5** に入れる語句として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。 **4** **5**

落下距離 $h = 15\,\mathrm{cm}$ の条件で同様の実験を行い，オシロスコープの画面を，$h = 30\,\mathrm{cm}$ の場合の**図 8** と比較した。山の高さからわかる電圧と，谷の深さからわかる電圧はともに， **4** 。山の頂上と谷の底の時間差は **5** 。

① およそ 2 倍になる

② およそ$\sqrt{2}$倍になる

③ ほとんど変わらない

④ およそ$\dfrac{1}{\sqrt{2}}$倍になる

⑤ およそ$\dfrac{1}{2}$倍になる

< Note >

■ 演習問題

1　電磁誘導に関する次の文章（**A**・**B**）を読み，以下の問い（**問 1 〜 5**）に答えよ。

A　**図 1** のように，軸を鉛直においたコイルの中に磁石を落下させ，コイルの両端の間の電圧の時間変化を測定する。この実験から磁石の内部の磁界のようすを測定しよう。ただし，以下の図中で N は磁石の N 極，S は S 極を表す。

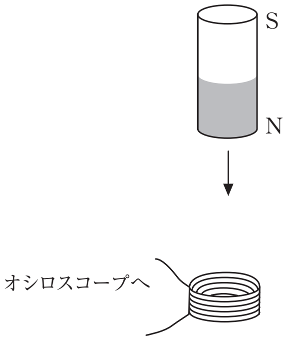


図 1

まず**図 2** のように，一巻きコイルの中を棒磁石が一定の速さで通過する場合を考える。コイルの内径は磁石の外径よりもわずかに大きい。このとき，コイルに現れる誘導起電力の時間変化を考察する。時刻 t_1，t_2，t_3（$t_1 < t_2 < t_3$）は，それぞれ，磁石が対応する図の位置にある瞬間を表す。

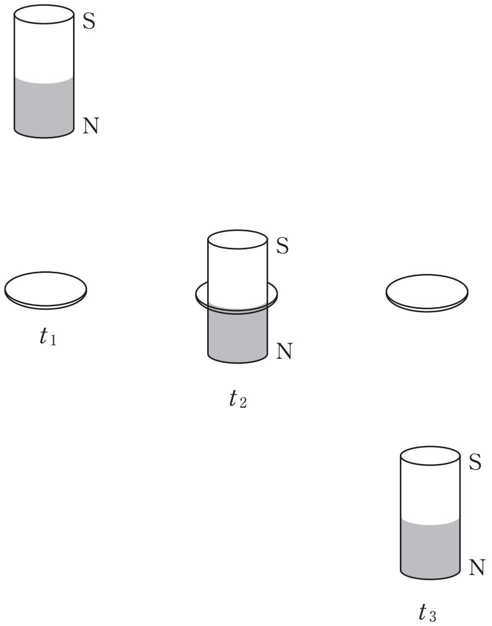


図 2

問１　時刻 t にコイルを貫く磁束を $\Phi(t)$，この瞬間の誘導起電力を $V(t)$ とする。$V(t)$ と $\Phi(t)$ の関係を表す式はどれか。以下の中から正しいものを一つ選べ。ただし，$\Delta\Phi$ と ΔV とはそれぞれ時刻 t に続く短い時間 Δt の間の Φ と V の変化を表す。 1

① $\Phi(t)=-V(t)\cdot t$　② $\Phi(t)=-V(t)/t$　③ $V(t)=-2\Phi(t)\cdot t$

④ $V(t)=-2\Phi(t)/t$　⑤ $\Phi(t)=-\Delta V(t)/\Delta t$　⑥ $V(t)=-\Delta\Phi(t)/\Delta t$

問２　図３の①，②，③および④では，上向きの矢印で磁界の向き，また，コイルに沿う矢印で誘導起電力の向きを示している。磁界の大きさが図中の文字で示したように変化しているとき，次の①～④の中から正しい図を**すべて**選べ。 2

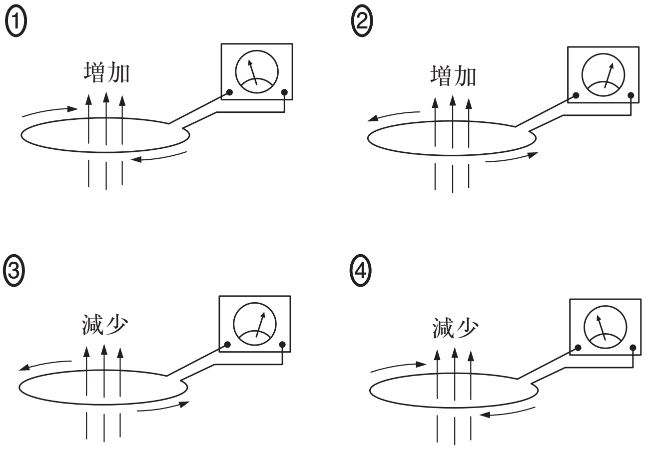


図３

問３　磁石の作る磁束のようすとして，**図４**のａ，ｂおよびｃを考える。これらは簡単な電界や磁界をヒントにして測定したものである。次の文章は，この実験結果に関する生徒たちの会話である。生徒たちの説明が科学的に正しい考察となるように，文章中の空欄に入れるグラフの記号として最も適当なものを**図５**のうちからそれぞれ一つずつ選ぶとき，正しい組合せになっているものを下の①～⑥の中から選べ。 **3**

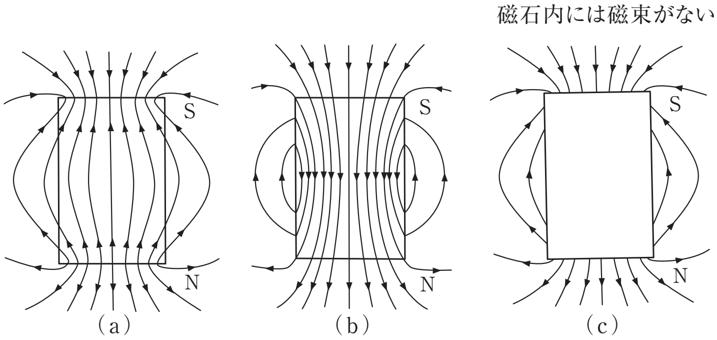


図４

「もし**図４**のａの形の磁束が実現しているとすると，誘導起電力の時間変化を表すグラフはどのようになるかな。」

「磁石がコイルを通過する直前と直後で，瞬時に磁場の向きが変わるので **ア** となるはずだ。」

「じゃあ，もし**図４**のｂの形ならどうかな。」

「さっきとは逆に，通過の前後で磁場の向きは変わらず，やがては下向きに貫く磁束が減るから **イ** となるだろう。」

「では最後に，**図４**のｃの形だったらどうかな。」

「磁石の内部には磁場が存在しないということだから **ウ** だろうね。」

①	**ア**：d	**イ**：a	**ウ**：e
②	**ア**：f	**イ**：a	**ウ**：g
③	**ア**：g	**イ**：b	**ウ**：f
④	**ア**：f	**イ**：b	**ウ**：d
⑤	**ア**：g	**イ**：c	**ウ**：e
⑥	**ア**：e	**イ**：c	**ウ**：f

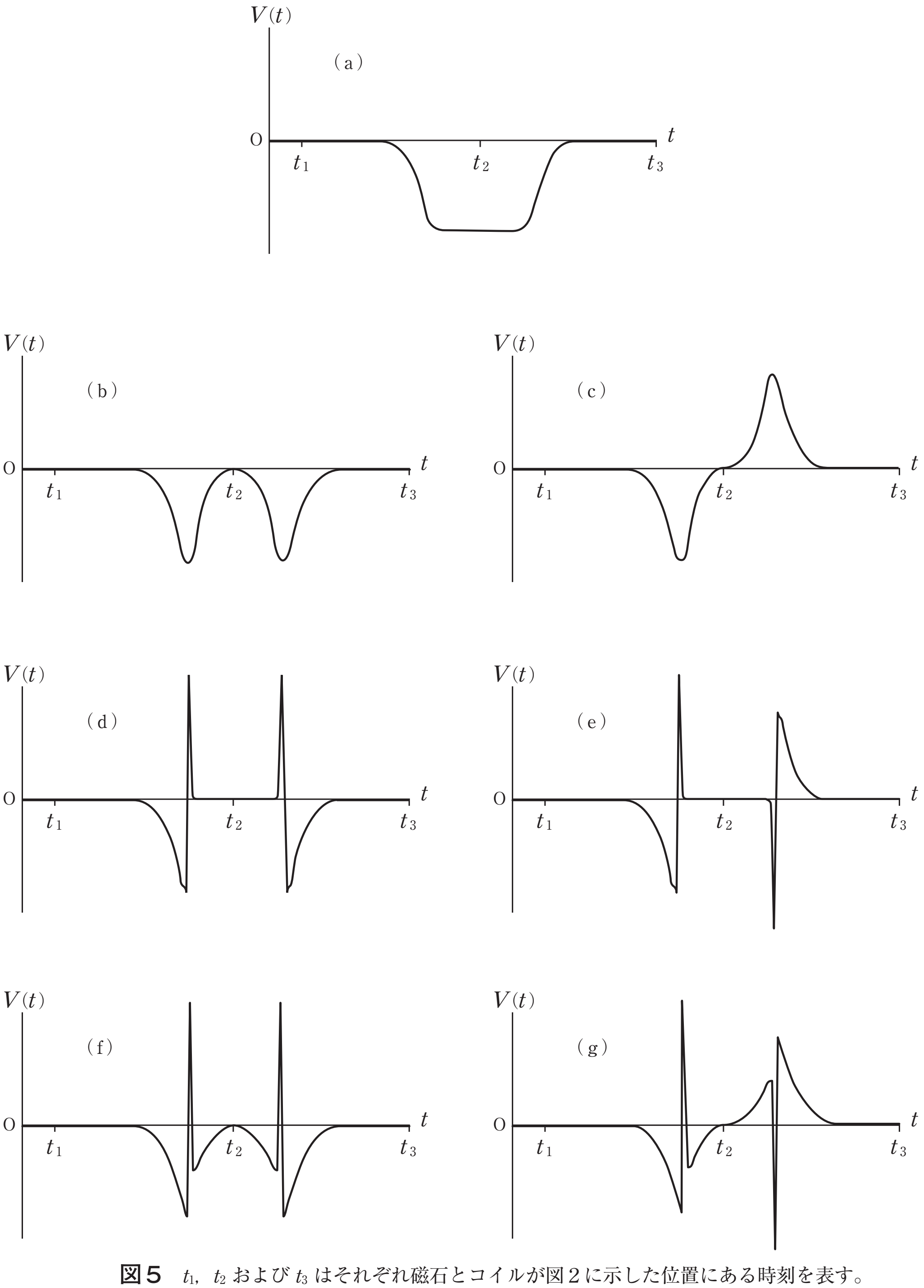


図５　t_1, t_2 および t_3 はそれぞれ磁石とコイルが図２に示した位置にある時刻を表す。

B　**図1**の実験で，時刻 $t=0$ に磁石を静かに放して自由落下させる。このとき，薄いコイルの両端の間の電圧の変化をオシロスコープで測定したところ，**図６**のようになった。

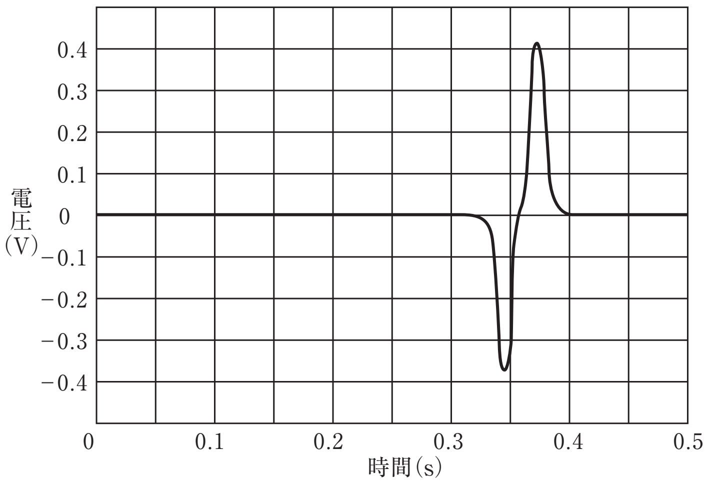


図６

問４　**図６**の実験結果から推定すると，磁石の長さはおおよそいくらか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから選べ。ただし，コイルの長さは磁石の長さよりはるかに短いものとする。［ **4** ］cm

①　1　　②　5　　③　10　　④　20　　⑤　30　　⑥　50

問５　以上の結果を考えると，**図４**のa，bおよびcの中で，磁石の作る磁束に最も近いものはどれと考えられるか。最も適当なものを，次の①～③のうちから選べ。
［ **5** ］

①　a　　②　b　　③　c

< Note >

第４講　2018年度 試行調査 第4問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第４問（22）	A	1	1	4	3
		2	2	6	4
	B	3	3	5	5＊4
		4	4	4	5
			5	2	5

（注）
＊４は，４を解答した場合には２点を与える。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	6
	問２	2	1，3
	問３	3	5
	問４	4	3
	問５	5	2

＜ Note ＞

第５講　演習問題

■ 演習問題

1　**表１**は電磁波の分類とそのおよその波長境界を示している。電磁波の説明や利用方法（区分された範囲の一部の電磁波の場合もある）を参考にし，**ア**〜**オ**に入る最も適当な電磁波の名称を記入しなさい。

表１

波長〔m〕	電磁波の名称	電磁波の説明や利用方法
1		
	ア	対象物の方向と距離を測定するために使用される。一部は電子レンジにも利用される。
10^{-4}		
	イ	大気中を透過しやすいので，遠くの物体の撮影に用いられる。
0.77×10^{-6}		
	可視光線	
0.38×10^{-6}		
	ウ	蛍光灯の管の内面に塗布されている蛍光体を発光させる。殺菌作用があるので，殺菌灯として使用される。
10^{-9}		
	エ	物質に吸収されにくいので，物質や人体内部を透視するために使用される。また結晶構造を調べるためにも使用される。
10^{-12}		
	オ	主に放射性物質から放出され，原子核反応で発生する。医療では治療に用いられる。

2

問１　物理量の次元を考える。力学的な量の次元は，質量[M]，長さ[L]，時間[T]の組合せで表現できる。たとえば，速さの次元は$[LT^{-1}]$，運動量の次元は$[MLT^{-1}]$である。エネルギーの次元はどうなるか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **1**

① $[MLT^{-2}]$　② $[ML^2T^{-1}]$　③ $[M^2LT^{-2}]$　④ $[M^2LT^{-1}]$
⑤ $[M^2L^2T^{-2}]$　⑥ $[ML^2T^{-2}]$

問２　次の①～⑥の量のうち，エネルギーの単位で表されるものを**二つ**選べ。ただし，解答の順序は問わない。 **2** **3**

① 動摩擦力×距離　② ばね定数×ばねの伸び
③ 電圧×電流　④ 抵抗×電流
⑤ 圧力×面積　⑥ 熱容量×温度差

3

問１　運動エネルギーと運動量について述べた文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。[4]

① 運動エネルギーは大きさと向きをもつベクトルである。
② 二つの小球が非弾性衝突をする場合，運動量の和は保存されるが運動エネルギーの和は保存されない。
③ 力を受けて物体の速度が変化したとき，運動エネルギーの変化は物体が受けた力積に等しい。
④ 等速円運動する物体の運動量は一定である。

問２　次の文章の中で，正しいものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。[5]

① 偶力は，剛体を回転させるはたらきと，移動させるはたらきをもっている。
② 水平な粗い床の上に物体を置いて，この物体を引いている。この物体が動き出すまでの間は最大摩擦力がはたらいている。
③ 弾性衝突（完全弾性衝突）では，運動量および力学的エネルギーは保存される。
④ ワット時［Wh］は仕事の単位であり，Ｊで表すと 3.6×10^{6}J である。
⑤ 重力や動摩擦力や人が加える力などは，保存力である。

問３　次の①から⑤に記述された２つの力が作用・反作用の力の組合せになっているものを，**二つ**選べ。[6] [7]

① 床の上に置かれた物体に働く垂直抗力と物体が床を押す力
② 天井から糸でつるされた物体に働く張力と物体の重力
③ ボールをバットで打つとき，ボールに加わる力とボールがバットを押し返す力
④ 重い物体を押しても動かないとき，人が押す力と物体に働く摩擦力
⑤ 地球が月を引く力と太陽が地球を引く力

4

問１　熱に関する記述として正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 8

① 物体に一定量の熱を加えたとき，熱容量が同じならば質量が大きいほど温度変化が大きい。

② 高温の物体と低温の物体を接触させたとき，接触面を通して高温の物体から流出した熱量は，低温の物体に流入した熱量より小さい。

③ 一つの熱源から熱を取り入れ，同じ熱源に熱を放出することにより熱機関をはたらかせることができる。

④ 与えられた熱のすべてを仕事に変える熱機関はつくることができない。

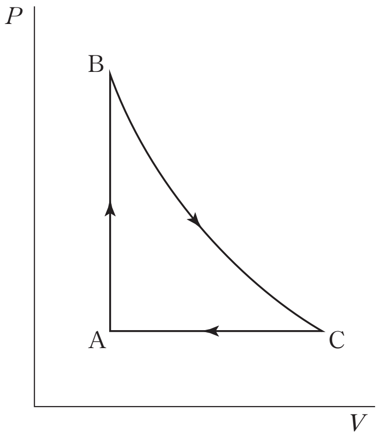
問２　次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。 9

単原子分子理想気体では，気体分子の平均運動エネルギーは絶対温度に ア し， イ 。分子の平均の速さの目安となる２乗平均速度は，同じ温度のヘリウム (He) とネオン (Ne) では， ウ 。

	ア	イ	ウ
①	比　例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
②	比　例	分子量によらない	同じになる
③	比　例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
④	比　例	分子量とともに大きくなる	同じになる
⑤	反比例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
⑥	反比例	分子量によらない	同じになる
⑦	反比例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
⑧	反比例	分子量とともに大きくなる	同じになる

問３　理想気体を容器に詰め，**図**のようにA→B→C→Aと変化させた。下記の文のうちで正しいものを**三つ**選べ。ただし，B→Cは等温変化である。

| 10 | 11 | 12 |



① 過程A→Bでは気体の内部エネルギーは増加した。

② 過程A→Bでは気体は熱を外へ放出した。

③ 過程B→Cでは気体は熱を外から吸収した。

④ 過程B→Cでは気体は外から仕事をされた。

⑤ 過程C→Aでは気体の内部エネルギーは減少した。

⑥ 過程C→Aでは気体は外へ仕事をした。

5

問１　次の①から⑤の文章のうちで正しいものを**三つ**選べ。
13　14　15

① 定常波が生じているとき，媒質中には振幅，波長，速さが等しく，伝わる向きが反対の２つの進行波が存在している。

② 波が障害物の裏側に回り込む現象を偏光という。波がすき間を通るとき，すき間の幅が波の波長に比べて狭いほど偏光の効果が大きい。

③ 音が媒質中を伝わるとき，音の進行方向と媒質の振動方向は一致しており，このような波を縦波という。音波は空気などの気体のほか，液体や固体中も伝わるが，真空中は伝わらない。

④ 屈折率は光の波長により異なるので，白色光がプリズムに入射すると，光が異なる角度で屈折し，赤から紫の光のスペクトルが得られる。この現象を光の分散という。

⑤ 人間の目が感じることのできる電磁波を可視光といい，波長の長い光は紫に見え，波長の短い光は赤に見える。

問２　波に関する次の①～⑤の文のうちから正しいものを**二つ**選べ。
[16] [17]

① 波面上のすべての点は，それらを波源とする球面波（これを素元波という）を出している。素元波は波の進む速さと等しい速さで広がり，これらの素元波に共通に接する面が次の波面になる。これをホイヘンスの原理という。

② 外海からの波が防波堤と防波堤のすき間を通り抜けて防波堤のかげに入り込むようすを見ることがある。このように波が障害物のかげに回り込む現象を回折という。波の波長に比べてすき間の幅が大きいほど回折の効果が大きい。

③ 地表（または海面）付近の空気の温度が高く，上空に行くほど空気の温度が低いとき，蜃気楼（しんきろう）が見えたり，遠くからの音がよく聞こえたりする。これは光または音の屈折率が温度に依存するからである。

④ 媒質の密度が疎な部分（圧力が低い）と密な部分（圧力が高い）が交互に繰り返されて伝わっていく疎密波を音波という。音波では波の進む方向と媒質の振動方向が一致しているので，音波は縦波である。音波は気体のほかに液体中でも伝わるが，固体中は伝わらない。

⑤ 音を特徴づけるものは「音の強さ」，「音の高さ」と「音色」であり，これらを音の三要素という。音の強さは，音の伝わる方向に垂直な面 $1\,\mathrm{m}^2$ を単位時間に通り抜ける音のエネルギーの大きさを表す。また，音の高さは音の振動数で決まり，振動数が大きいほど高い音である。

問３　空気中を伝わる音に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。[18]

① 音の速さは，振動数に比例して増加する。

② 音を１オクターブ高くすると，波長は２倍になる。

③ 音が障害物の背後にまわりこむ現象は，回折と呼ばれる。

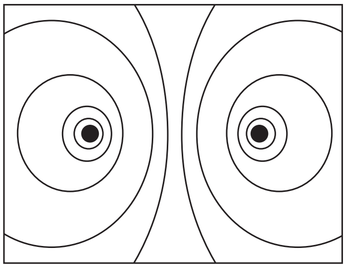
④ 振動数が等しく，振幅が少し異なる二つの波が重なると，うなりが生じる。

⑤ 音源が観測者に近づく速さが大きいほど，観測者が聞く音の振動数は小さくなる。

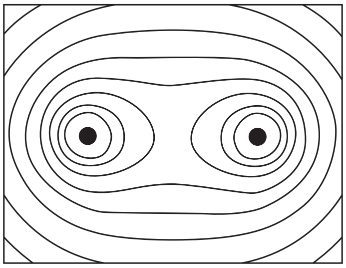
6

問１　絶対値が等しく符号が逆の電気量をもった二つの点電荷がある。点電荷のまわりの電気力線の様子を表す図として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，電気力線の向きを表す矢印は省略してある。 19

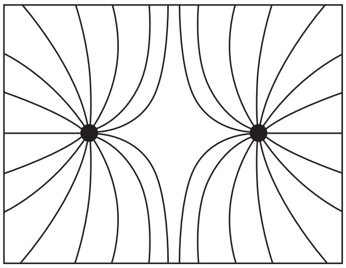
①



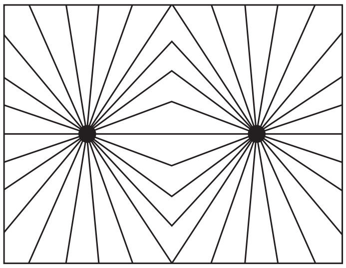
②



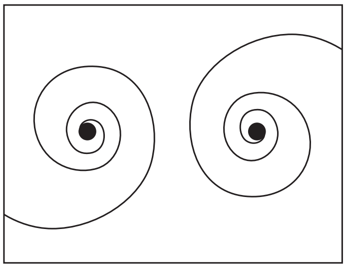
③



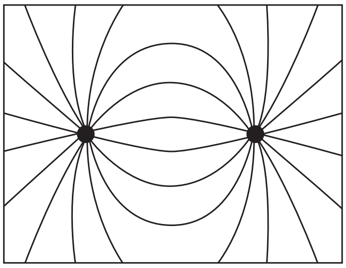
④



⑤



⑥



問２　次の①～⑥の文章のうち正しいものを**三つ**選べ。 20 21 22

① 1アンペア (A) の電流が1秒間に運ぶ電気量が1クーロン (C) である。

② 電気力線は等電位面に垂直になる。等電位線（面）の間隔が密なところほど電場が強い。

③ 導体内部には電場がなく，導体全体が等電位になる。

④ 金属に帯電体を近づけると，帯電体に近いほうには帯電体と異種の電気が現れ，遠い側には帯電体と同種の電気が現れる。この現象を導体の電磁誘導という。

⑤ コイルは自己誘導の性質をもっている。これは言い換えれば電圧の変化を妨げる性質である。

⑥ 電気回路のある部分の電圧を測定するには，電圧計をその部分に並列に接続する。このとき電圧計の内部抵抗の影響により回路の電圧が変化しないようにするためには，電圧計の内部抵抗は小さい方が良い。

問３　電気に関する次の①～⑤の文のうちで正しいものを**二つ**選べ。 23 24

① 電気力線は，その上の各点での法線がその点での電場の方向を表しており，正電荷から出て負電荷に入る。電気力線は電荷のない場所で枝分かれしたり交わったりしない。

② 電位の等しい点を結んで得られる面を等電位面という。等電位面と電気力線は垂直に交わる。一定の電位差ごとに等電位面を描いたとき，それら等電位面の間隔が広い場所では電場が強く，間隔が狭い場所では電場が弱い。

③ 導体に帯電体を近づけると，帯電体に近い方の導体表面に帯電体とは逆の電荷が現れ，帯電体から遠い方の導体表面には帯電体と同じ電荷が現れる。この現象を静電誘導という。導体がはじめに帯電していなければ静電誘導後に導体表面に現れた正電荷と負電荷の和は０である。また，導体内の電場は０である。

④ 物体を導体で囲むことによりこの物体が外部からの電場の影響を受けないようにすることを静電しゃへいという。

⑤ 不導体に帯電体を近づけると，不導体内で原子や分子が一方向に分極するため，帯電体に近い方の不導体表面に帯電体とは逆の電荷が現れ，帯電体から遠い方の不導体表面には帯電体と同じ電荷が現れる。この現象を誘電分極という。このとき不導体内の電場は０である。

問４　鉛直に立てたまっすぐなアルミニウム製の管がある。その管の中を，強い磁場を発生している磁石が，管に触れることなく落下した。このとき起こる現象として正しいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25

① 磁石は，管がない場合よりもゆっくり落ち，管の温度は上がる。

② 磁石は，管がない場合よりもゆっくり落ち，管の温度は下がる。

③ 磁石は，管がない場合よりも速く落ち，管の温度は上がる。

④ 磁石は，管がない場合よりも速く落ち，管の温度は下がる。

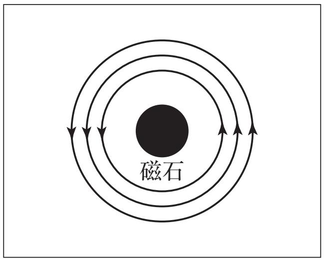
⑤ 磁石は，管がない場合と同じ落ち方で落ち，管の温度も変わらない。

問５　図のように，水平に置かれたうすいアルミ板の上を，棒磁石がＮ極を下にして矢印の向きに動いている。アルミ板を真上から見たとき，棒磁石の近くのアルミ板に流れる誘導電流の向きとして正しいのはどれか。下の①～⑤のうちから一つ選べ。電流の流れる向きは曲線上の矢印の向きで示す。 **26**

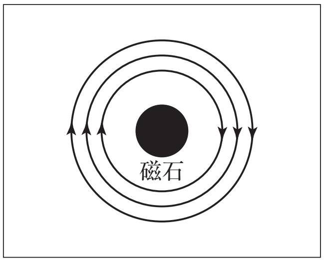
水平方向から見た図

磁石の動く向き →

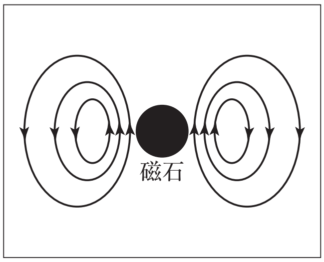
①



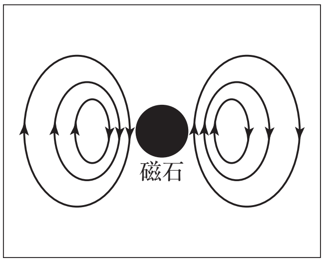
②



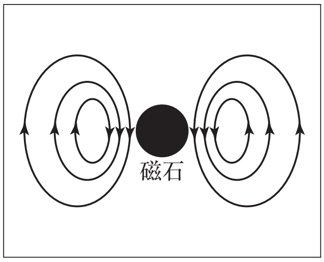
③



④



⑤



7

問１　光電管を使用して光電効果の実験を行ったところ次の**図１**および**図２**の結果を得た。**図１**は振動数を一定にして陽極電圧を変えたときの光電流を測定したものである。また，**図２**は光の振動数を変えて光電子の運動エネルギーの最大値を求めたものである。以下の①～⑤の文章で正しいものを**二つ**選べ。

27　28

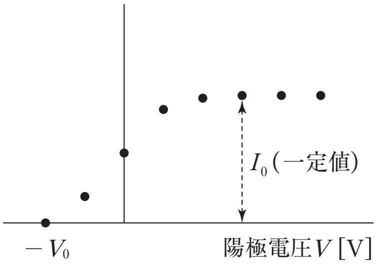


図１

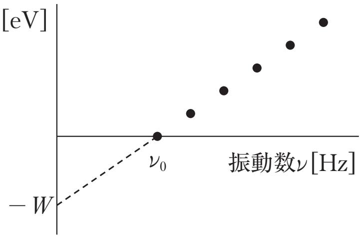


図２

① 光の振動数を大きくすると電流 I_0 は増加する。

② 光の振動数を大きくすると電圧 V_0 は増加する。

③ W は金属中の電子１個を外に取り出すのに要する最小のエネルギーであり，金属の種類によって値が異なる。

④ **図２**の測定点の傾きは金属の種類によって少しずつ異なる。

⑤ 運動エネルギーの最大値 K_0 は電流 I_0 に比例する。

問２ 次の①～⑤の文章で正しいものを**二つ**選べ。 29 30

① X 線は電磁波の一種であるが，粒子としてふるまうこともある。X 線の粒子としての運動量は波長に反比例し，エネルギーは振動数に比例する。

② X 線を静止している電子に当てると，入射 X 線の波長より長い波長の散乱 X 線が放射される。入射 X 線と散乱 X 線との波長のずれは散乱角が小さいほど大きい。

③ 電子が波動としてふるまうときの波を電子波という。電子波の波長は電子の運動量に反比例する。電子をある電圧で加速したとき，この電子が得る運動量は電圧に比例する。

④ 水素原子がある定常状態からエネルギーが小さい他の定常状態に移るとき電磁波が放出される。この電磁波の波長は 2 つの定常状態のエネルギーの差に比例する。

⑤ 原子核を構成しているのは陽子と中性子である。陽子は正電荷をもち，陽子間にはクーロン斥力が働くので，原子核が安定に存在するためにはクーロン斥力より強い引力が必要である。この力を核力という。

問３ 宇宙を構成している原子核と素粒子に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 31

① 原子核の内部では，正の電荷をもった陽子と負の電荷をもった中性子がクーロン力によって結びついている。

② ばらばらの状態にある陽子 6 個と中性子 6 個の質量の和は，${}^{12}_{6}\mathrm{C}$ の原子核の質量よりも大きい。

③ 陽子の内部ではクォークが 2 個結びついており，クォークの内部では電子とニュートリノが 1 個ずつ結びついている。

④ 素粒子であるクォークは電荷をもたず，電気的に中性である。

⑤ 自然界に存在する基本的な力は，重力，弱い力，強い力の 3 種類であると考えられている。

問４　原子核や放射線に関する次の①〜⑤の記述のうち，**間違っているもの**を一つ選べ。 32

① α 線を出すと質量数が 4 減り，原子番号が 2 減少する。

② β 線を出すと質量数が 1 減り，原子番号が 1 増加する。

③ γ 線を出しても質量数も原子番号も変化しない。

④ 放射線が電荷をもっているかどうか知るには，電場や磁場の中で進路が曲がるかどうか見る。

⑤ 放射性原子核の半減期とは，核の崩壊によりその原子の数が半分に減少する時間をいう。

問５　原子核に関する次の①〜⑤の文章のうち，正しいものを**二つ**選べ。
33 34

① ヘリウムに比べて安定度の低い水素やリチウムの同位体などから，ヘリウムをつくれば，余分なエネルギーは放出される。このような核反応を核分裂という。

② 原子番号が同じで，質量数が異なる原子を互いに同位体という。

③ 原子核は陽子と中性子が核力により結合してできている。核力が働く範囲は小さく，核子どうしがおよそ 10^{-8} m 以内に近づいたときだけ働き，この距離内では電気力よりも大きな力となる。

④ 核子がばらばらの状態から，結合してまとまった状態になるとき，まわりにエネルギーを放出する。このエネルギーを結合エネルギーという。一般の原子核で質量欠損は，この結合エネルギーに相当する。

⑤ 原子核の核子どうしを結合させるエネルギーは，原子どうしを結合させるときのエネルギーと同じ程度である。

第５講　演習問題　解答

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	ア		マイクロ波
	イ		赤外線
	ウ		紫外線
	エ		エックス線
	オ		ガンマ線
2	問１	1	6
	問２	2，3	1，6
3	問１	4	2
	問２	5	3
	問３	6，7	1，3
4	問１	8	4
	問２	9	1
	問３	10，11，12	1，3，5
5	問１	13，14，15	1，3，4
	問２	16，17	1，5
	問３	18	3
6	問１	19	6
	問２	20，21，22	1，2，3
	問３	23，24	3，4
	問４	25	1
	問５	26	5
7	問１	27，28	2，3
	問２	29，30	1，5
	問３	31	2
	問４	32	2
	問５	33，34	2，4